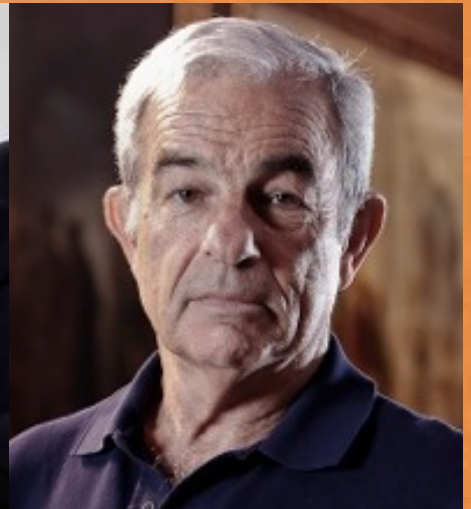


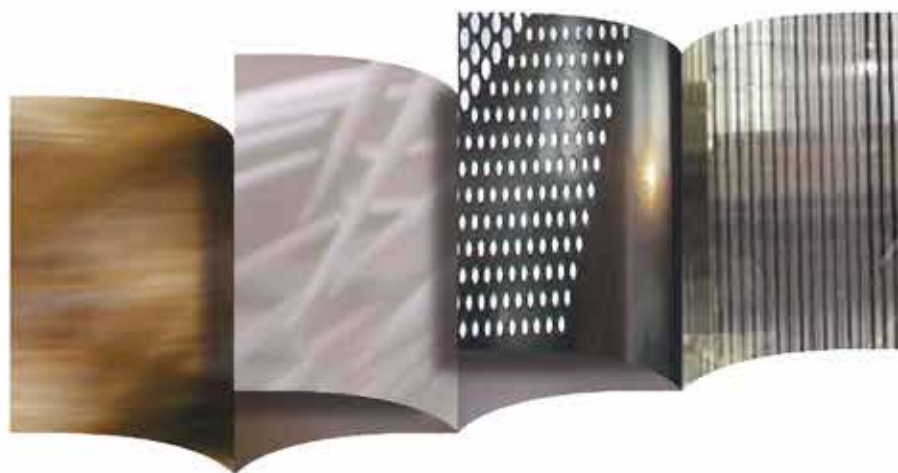
# Ciencia e Investigación

## Reseñas

CeI  
Reseñas

Nueva serie / Autobiografías de prestigiosos investigadores argentinos





## Desarrollo y gestión de proyectos científicos y tecnológicos innovadores

FUNINTEC es una organización sin fines de lucro creada por la Universidad de San Martín cuyo objetivo es promover y alentar la investigación, el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimientos a los sectores público y privado, sus empresas y en particular a las PyMES.

Dentro de los alcances previstos por la Ley de Innovación Tecnológica, funciona como vínculo entre el sistema científico tecnológico y el sector productivo.

**CONTACTO:**  
[www.funintec.org.ar](http://www.funintec.org.ar)

Fundación  
Innovación  
y Tecnología

**FUNINTEC**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN



**EDITOR RESPONSABLE**

Asociación Argentina para el  
Progreso de las Ciencias (AAPC)

**CUERPO EDITORIAL CEI RESEÑAS**

Miguel A. Blesa y Pablo von Stecher (Editores  
en Jefe);

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);

Esteban Hasson (Biología);

Ester Susana Hernández (Física);

Susana Finkelievich (Sociología);

Gilberto Gallopín (Ecología);

Miguel Laborde (Tecnología);

Ursula Molter (Matemáticas);

Víctor Ramos (Geología);

Catalina Wainerman (Sociología y  
Educación Superior).

**ASISTENCIA TÉCNICA**

Gabriel Martín Gil (diagramación y  
administración web)

Ana Gabriela Blesa (secretaría Reseñas)

**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)

Ciudad Autónoma de Buenos Aires,  
Argentina.

Teléfono: (+54) (11) 4811-2998

Registro Nacional de la Propiedad

Intelectual 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

Reseñas y testimonios ..... 3

## ARTÍCULOS

Semblanza de Ernesto Alfredo Bjerg por **Gabriela Ferracutti** ..... 5  
Hallazgos afortunados: minerales metalíferos y rocas del manto  
terrestre

**Ernesto Alfredo Bjerg** ..... 9

Semblanza de Juan Carlos Del Bello por **Mario A. J. Mariscotti**..... 27  
Ciencia, Tecnología, Innovación y Universidad

**Juan Carlos Del Bello** ..... 30

Semblanza de Félix Mirabel por **Luis Felipe Rodríguez** ..... 46  
Exploraciones del cosmos. La investigación científica es  
apasionante cuando nos conduce al descubrimiento y  
comprensión de lo inesperado en nuevos territorios del  
conocimiento.

**Félix Mirabel** ..... 47

Semblanza de Juan G. Roederer por **Silvia E. Braslavsky**..... 72  
De cómo mis puntos de vista políticos fueron moldeados  
por mis experiencias bajo regímenes totalitarios

**Juan G. Roederer** ..... 76

Semblanza de Miriam Strumia por **Marcelo Calderón** ..... 89  
Mujer, Madre y Científica: Convirtiendo desafíos en  
oportunidades

**Miriam Strumia**..... 91

**INSTRUCCIONES PARA LA PREPARACIÓN DE MANUSCRITOS**..... 102

# Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias

## COLEGIADO DIRECTIVO

Presidente  
Ester Susana Hernández

Vicepresidente  
Ursula María Molter

Secretaria  
Alicia María Sarce

Tesorero  
Alberto Antonio Pochettino

Protesorero  
Graciela Noemí Balerio

Miembros Titulares  
Nidia Basso  
Miguel Blesa  
María Cristina Cambiaggio  
Alicia Fernández Cirelli  
Susana María Gallardo  
Lidia Herrera  
Mario A.J. Mariscotti  
Luis Alberto Quesada Allué  
Juan Roberto de Xammar Oro

Miembros Institucionales:  
Asociación Argentina de Ensayos No Destructivos y Estructurales (AAENDE):  
César Belinco

Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES):  
Jaime B. A. Moragues

Asociación Argentina de Materiales (SAM):  
Paula Alonso

Sociedad Argentina de Genética (SAG):  
Ángela Rosaria Solano

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

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

## Reseñas y testimonios

Cuando comenzamos la publicación de esta revista, elegimos el nombre “Reseñas”, influidos por la tradición de los científicos de publicar artículos de revisión (*reviews*) de áreas o temas científicos. Ahora, en retrospectiva, está claro que “Testimonios” hubiera sido un nombre tan bueno o mejor que “Reseñas”. Es que los rasgos tradicionalmente asociados al testimonio: el uso de la primera persona, la descripción de la propia experiencia así como el ánimo de recuperar relatos que no siempre figuran en los libros, caracterizan de manera determinante los trabajos que presentamos. También implícitos en los testimonios están los posibles errores, producto de memorias que el tiempo distorsiona y de los pre-juicios que todos tenemos. En efecto, si bien hay un fuerte componente de reseñas en nuestros artículos como lo muestran los textos de Félix Mirabel, Miriam Strumia y Ernesto Bjerg, también estamos poniendo un enérgico énfasis en los testimonios personales, en la narración de hechos y las circunstancias según la óptica de quien los relata. Los artículos de Juan Carlos Del Bello y de Juan Roederer corresponden más bien a esta idea de “testimonio”.

Sin embargo, la distinción dista de ser tajante. Veamos primero los artículos de Mirabel, Strumia y Bjerg. Mirabel nos da una visión muy completa de los campos de investigación astronómica en los que ha incursionado, proveyendo muy valiosa información científica. Sin embargo, no se reduce a esos aspectos y ofrece también enriquecedores testimonios sobre la evolución de la astronomía, la relevancia que han ido tomando los grandes proyectos internacionales, a veces en detrimento de las investigaciones individuales (como acotación al margen, ese tema hace surgir la pregunta de cuáles deben ser los criterios de evaluación de los científicos que realizan sus tareas en grandes equipos de colaboración internacional). Dice Mirabel:

*...he sido testigo de... transformaciones en la investigación astronómica... la emergencia progresiva y arrolladora de lo que se llama “Gran Ciencia”... La “Gran Ciencia” se ha desarrollado de modo espectacular en las últimas décadas. Esta consiste en la ejecución de proyectos científicos a través de organizaciones y colaboraciones científico-tecnológicas formadas por equipos numerosos, de hasta centenas y en algunos casos, miles de científicos, ingenieros y técnicos.*

Es también un valioso testimonio la descripción de sus orígenes, con su nacimiento en Montevideo (República Oriental del Uruguay), de un padre oriundo de Varsovia, ingeniero de un politécnico alemán, y madre oriunda de Tacuarembó, Uruguay. Y por supuesto, la noche de los bastones largos y los duros cimbronazos políticos argentinos también aparecen.

Bjerg, nieto de inmigrantes daneses, nos describe con claridad y profundidad los temas actuales y las formas de organización de la investigación en ciencias geológicas. Desde Bahía Blanca ha sabido impulsar la creación de un instituto dependiente de la Universidad Nacional del Sur y de CONICET –el INGEOSUR– y realizar importantes aportes al conocimiento de la geología patagónica. En la reseña de Bjerg también se ve claramente la tendencia a la colaboración nacional e internacional, a la formación de redes y al trabajo en equipo. A diferencia del caso anterior, estos equipos no se nuclean alrededor de una instalación de alta complejidad. Asimismo, su aporte incorpora la resonante discusión sobre la necesidad de actualizar los criterios de evaluación científica en pos de valorizar las publicaciones locales y la calidad de las contribuciones y, con ello, relativizar la absoluta predominancia de los factores bibliométricos.

Miriam Strumia es una destacada química cordobesa que ha hecho honor a la tradición que emparenta la química con la tecnología, desarrollando un área de trabajo -la química de polímeros, especialmente dendrímeros- que precisamente combina estudios fundamentales con tecnología. Pero más bien queremos aprovechar su reseña para suscitar la siguiente pregunta: ¿existe un “techo de cristal” para las mujeres en ciencia? El CONICET en su página web da cifras de investigadores discriminadas por género y categoría. Allí se consigna que en 2019 había 1799 Investigadoras Adjuntas contra 1131 Investigadores Adjuntos, mientras que en la categoría Investigador(a) Superior las cifras eran 51 mujeres y 157 hombres. Creemos que eso indica claramente que las generaciones que ahora acceden a la categoría de Superiores han padecido ese “techo de cristal”. Como contrapartida, la dinámica de promociones de CONICET promete que en no muchos años más esa discriminación negativa habrá desaparecido. Miriam nos muestra cómo supo combinar sus roles de investigadora, gestora de las instituciones y madre.

Veamos ahora el testimonio Juan Roederer. Juan es un físico muy reconocido por la comunidad científica argentina, un emigrado más de la intervención a las universidades de Oganía, que asumió plenamente su ciudadanía norteamericana sin perder contacto con Argentina. Nacido en Italia de padre auto-italiano y madre alemana, criado en Argentina y ahora ciudadano norteamericano, a sus jóvenes 91 años sigue activo y en permanente contacto con nuestro país. Su artículo, originalmente una carta destinada a sus nietos que luego fue recuperada gracias a la inagotable tarea de nuestra editora Silvia Braslavsky, no es una reseña sino un testimonio, con todas las cargas de subjetividad que ese tipo de documento tiene. Allí rememora sus vivencias con el fascismo, el nazismo, el peronismo, las dictaduras militares argentinas y los regímenes soviéticos para luego expresar su preocupación por el rumbo de la política norteamericana. ¿Y la reseña científica? En este caso está tratada, aunque en forma más sucinta que lo habitual, en la Semblanza que trazó Silvia Braslavsky.

Finalmente, tampoco tiene desperdicio el testimonio de Juan Carlos Del Bello. Juan Carlos es una persona muy conocida en el ambiente científico, ya que fue sin duda el responsable de darle forma a la estructura del sistema científico tecnológico argentino tal como hoy lo conocemos. Todas esas transformaciones las llevó a cabo en la década de 1990, y las mismas no siempre le granjearon simpatías entre los científicos. En su semblanza, Mario Mariscotti da cuenta de algunos de los distintos recorridos, proyectos y decisiones implicados en estos cambios. Para los fines de *Reseñas* el artículo de Juan Carlos es claramente de vital importancia, pues el relato de su experiencia da cuenta de los grandes desafíos que atravesaron su labor en lo que sería la transformación del sistema científico-tecnológico nacional. Debemos agradecerle a Catalina Wainerman haber podido concretar la publicación de la reseña de Juan Carlos.

De este modo, el presente número de *Reseñas* abre el juego más que nunca al dinamismo y a las posibilidades que ofrecen los escritos que la componen, donde la Historia con mayúscula y las historias personales se entrelazan y se tensionan y, con ello, nos permiten aprender un poco más sobre los desafíos de la actividad científica.

Que lo disfruten



Pablo von Stecher



Miguel Ángel Blesa

Buenos Aires, marzo de 2021

# ERNESTO ALFREDO BJERG

por Gabriela Ferracutti

Conocí al Dr. Ernesto Bjerg hace 22 años en El Cuy, Río Negro, yo cursaba una de las últimas asignaturas de la carrera de Ciencias Geológicas y realizaba entonces mi último viaje curricular junto al entonces profesor, el Dr. Labudía. Por su parte, él se sumó al viaje días después junto a otro profesor de la Universidad Nacional del Sur (UNS) y un geólogo norteamericano al que había conocido durante su estancia posdoctoral en Austria, el Dr. Bernhardt Saini-Eidukat, con quién hicieron algunos trabajos en esa zona y los unía una amistad. Si bien el Dr. Bjerg, desde 1977 era docente en la UNS y desde 1990 profesor en dicha institución, no lo tuve como docente en ninguna de las asignaturas previas que había cursado. Sin embargo, quiso la vida que sus enseñanzas llegaran después de ese viaje y continuaran hasta la actualidad. Pero bien, en El Cuy, le pregunté si tendría algún trabajo que pudiera hacer, si podía trabajar con él en lo que hiciera, si bien no tenía idea a que se dedicaba exactamente, pero en ese viaje me di cuenta que el trabajo de campo era una parte importante en sus investigaciones y eso me pareció interesante. Por esos años, yo estaba próxima a recibirme y mi aspiración era trabajar en minería, pero las posibilidades de conseguir trabajo profesional en dicho ámbito



eran casi nulas. Ante mi pregunta él obviamente contestó que sí, que trabajo para hacer le sobraba. Una vez de regreso en Bahía Blanca fui a ver si su propuesta seguía en pie. Nunca olvidaré ese día, me hizo una sola pregunta: *“¿Sabes qué es una roca ultramáfica?”* Obviamente pasó a explicarme con lujo de detalles qué tipo de rocas son y cómo se clasifican. Una vez terminada la introducción me dijo: *“acá tenés estos nódulos o xenolitos de manto para clasificar”*, señalándome una serie de cajones en estantes y volvió a su escritorio, había cumplido su palabra, tenía trabajo para mí porque luego de mi tarea constaté que fueron específicamente 311 muestras. Cabe destacar que uno de esos nódulos era tan grande que, meses después cuando el Dr. Bjerg lo envió a Viena para que los Dres. Kurat y Ntaflos lo cortaran y analizaran, le tuvo que construir una caja de madera para que soportara el viaje. Parte de ese xenolito hoy en día se

encuentra exhibido en el museo de Historia Natural de Viena.

En este relato hago un paréntesis para resaltar que el Dr. Bjerg en su trayectoria se ha destacado y contribuido en el conocimiento científico de los xenolitos del manto litosférico de Patagonia. Si bien no fue él quién inició las investigaciones en esta temática en el país, fue quien le dio un avance muy significativo y un gran impulso entre los investigadores argentinos. Gracias a sus contribuciones en esta temática se ha convertido en un referente nacional e internacional indiscutido y ha abierto el camino a muchos investigadores más jóvenes de diferentes partes del país y del exterior, con los que contribuyó de algún modo en sus investigaciones y que continúan con esta línea de estudio en el presente.

Tal vez sea un tanto informal, pero de acá en más llamaré al Dr. Bjerg simplemente Ernesto porque sobre quien escribo es mi exdirector, jefe o superior, profesor, colega, compañero y sobre todo amigo, y por tal motivo no me referiré a su *curriculum vitae* sino que trataré de contar un poco cómo es la persona detrás de ese CV.

Ernesto fue quien me formó en investigación y en docencia, fue

mi director de tesis doctoral, beca doctoral de CONICET, de mi beca postdoctoral y de mis años como investigadora Asistente, estos últimos también en CONICET. En paralelo fue mi "jefe" en mi carrera docente desde que empecé como ayudante hasta llegar a profesora Adjunta en las asignaturas que compartimos durante 20 años, ya que hace apenas unos meses se jubiló. Desde ese viaje que nos unió hemos trabajado juntos y la mayor parte de esos años hemos compartido oficina. Nuestro día laboral comenzaba muy temprano, cerca de las 7:20, luego de que él dejara a sus hijas en la escuela (con horario de entrada 7:30), y el lema era: *"quien llega primero pone la pava para los mates"*, aunque para él era solo eso ya que del tiempo que llevamos trabajando juntos voy admitir que esos mates, en particular, siempre los cebaba yo. Pero bien, esta forma de arrancar el día de trabajo nos permitía ponernos en tema y discutir sobre la geología y lo que estábamos haciendo. Tampoco faltaba la charla general de la vida y de las noticias del día, aunque en estas últimas siempre remarcaba que yo vivía detrás de un cuadro porque no me enteraba de nada, con decir que cuando las torres gemelas de Nueva York cayeron por el atentado del 11 de Septiembre de 2001, él entró corriendo (al volver de su almuerzo) a la oficina donde me encontraba (porque hacía horario corrido) y comenzó a relatarme lo ocurrido y a mostrarme por internet lo que ocurría. En fin, nuestras charlas siempre fueron de lo más variadas, hasta el punto de marcar las diferencias entre los bahienses (como yo) y los necochenses (como él), o de pelearlo diciéndole que él no podía tener un Documento Nacional de Identidad, sino que le correspondía Libreta de Enrolamiento.

Luego de tantos años compartiendo muchas cosas puedo decir

que Ernesto es una persona extraordinariamente solidaria, muchos de mis logros fueron posibles gracias a él, como así también los de sus posteriores becarios y tesis. Ernesto nos brindó las herramientas para crecer a cada uno de nosotros de manera desinteresada y con el único objetivo de que cada uno recorra su propio camino. Nos abrió las puertas y compartió con nosotros sus conocimientos, sus experiencias y sus contactos en el exterior, alentándonos a formar nuestros propios vínculos.

Cuando pienso en su trayectoria más allá de las numerosas publicaciones en revistas y eventos científicos nacionales e internacionales efectuadas y que han resultado ser de gran relevancia para el conocimiento geológico de algunas áreas del país, pienso que su principal legado es la formación de recursos humanos. Me resulta asombroso que se haya encargado de formar personas en rocas máficas-ultramáficas de ambientes geológicos totalmente diferentes y cada uno de ellos con características particulares. En realidad, Ernesto no se inició en el estudio y conocimiento de las rocas máficas y ultramáficas con los xenolitos de manto, sino con la realización de su tesis doctoral, que finalizó en 1985, relacionada a la mineralización de los cuerpos serpentiniticos de la faja ofiolítica del área de la mina Salamanca, en Mendoza. Como conté anteriormente, Ernesto me dio trabajo clasificando xenolitos, pero cuando llegó el momento de pedir una beca e iniciar mi tesis doctoral, como mi corazón estaba enfocado en la minería, me propuso trabajar en las rocas máficas y ultramáficas de San Luis, las cuales corresponden a cuerpos estratificados y tienen mineralizaciones de sulfuros y minerales del grupo del platino asociadas. Precisamente en San Luis había identificado, en colaboración

con sus colegas de Austria, una serie de nuevos minerales del grupo del platino y brindado la primera evaluación del volumen de los cuerpos máficos y ultramáficos basada en estudios geofísicos. Desde hacía unos 5 o 6 años previos al inicio de mi tesis, Ernesto había empezado a trabajar allí junto a un grupo de geólogos provenientes de Austria, con quienes estudió y publicó trabajos relacionados no solo a las rocas máficas y ultramáficas sino al basamento metamórfico. El Dr. Christoph Hauzenberger, por ejemplo, quien se dedicó principalmente al estudio de las rocas metamórficas, se doctoró en la Universidad de Graz. Otro de los geólogos que trabajó en San Luis, que es un gran amigo de Ernesto y que años después trabajaría conmigo también, es el Dr. Aberra Mogessie, profesor en la Universidad de Graz, nacido en Etiopía pero que vive y trabaja desde hace más de 35 años en Austria. A pesar de que yo fui su primera tesis y becaria, obviamente no fui la única. Llegó entonces la Dra. Paola Aliani, quien se dedicó a estudiar los xenolitos de manto, más específicamente, algunos que yo había clasificado y que provenían de la localidad de Gobernador Gregores en Santa Cruz. Luego llegó la Dra. María Florencia Gargiulo, quien estudió la faja ofiolítica de Mendoza y más recientemente se unió al grupo y se doctoró la Dra. Lucía Asiain, a quien Ernesto dirigió en el estudio de las rocas volcánicas y subvolcánicas máficas del sector occidental de la Meseta de Somuncurá. Más allá de las cuatro personas que mencioné, que fueron formadas directamente por él, Ernesto ha co-dirigido a becarios y tesis en Geología y en Ciencias de la Computación, así como también ha dirigido a investigadores y continúa haciéndolo en la actualidad. Sin embargo, y refiriéndome puntualmente a las cuatro mujeres a las que dirigió, debo decir



que nos acompañó siempre, organizó nuestras campañas a las cuales obviamente asistió, caminó, sacó muestras y, cuando se dio la oportunidad, nos preparó el desayuno.

Para Ernesto hay cosas que son básicas y no deben faltar en un ambiente de trabajo: la comunicación es indispensable, un buen café y desayuno en el campo aunque estemos en carpa no se discuten, si festejamos un cumpleaños con facturas, por favor santiagueñas y alguna medialuna son sus elegidas. Es una persona que le gusta la buena comida, los mariscos son una de sus debilidades, y obviamente un buen vino. En relación a las cosas dulces es muy selecto a la hora de comer, pero nunca rechazó mis alfajores de maicena caseros, tal vez porque como todo caballero no quería que me sintiera mal. El que termináramos siendo amigos es algo que se construyó a partir de muchos años de trabajo, muchas horas compartidas, al igual que las vivencias laborales como: las frustraciones con algunas publicaciones, la falta de dinero para viajes y análisis geoquímicos, las estrategias para poder seguir adelante realizando lo que a ambos nos apasiona: investigar, etc., y personales como: el nacimiento de mis hijas, el crecimiento de las suyas, los logros individuales, la llegada de sus nietas, etc. Aquellos que leen esta semblanza, habrán notado que a Ernesto lo rodean las mujeres, formó a cuatro becarias y tesisistas, tiene dos hijas y dos nietas, no tiene ni tuvo perro y solía tener algún gato osado que apareció en su casa y que, con algunas condiciones, lo dejó quedar.

Ernesto tiene una capacidad intelectual que ni él mismo reconoce, es muy humilde en ese sentido para considerarse inteligente, él dice que ambos podemos trabajar juntos por ser perseverantes, y tal vez tenga ra-

zón, o al menos respecto a mí, la tiene. Sin embargo, junto con su esposa, la Dra. Silvia Castro, tuvieron la habilidad y la visión para vincular la geología y la computación gráfica. Comenzaron hace años desarrollando un programa para calcular la fórmula mineral a partir de análisis químicos de microsonda electrónica. Posteriormente, el desafío se concentró en la realidad aumentada y en la visualización en tres dimensiones del prisma de los minerales del grupo del espinelo. Este trabajo es interdisciplinario y resulta asombroso como dos ciencias completamente diferentes con lenguajes tan distintos se pueden vincular, mientras el grupo de geólogos involucrados estamos fascinados por poder ver y trabajar en 3D con las composiciones de estos minerales, Silvia va más allá y nos plantea el interrogante y el desafío de pensar en múltiples dimensiones: las coordenadas paralelas y muchos otros gráficos más.

Como docente de la Universidad Nacional del Sur y, en algún momento de su vida, de la Universidad Nacional de La Pampa, debo decir que soy testigo del continuo esfuerzo de Ernesto por mejorar sus clases para que los alumnos aprendan. Como apasionado de la geología año tras año modificó sus clases y creo que le ha tocado vivir distintas situaciones en la docencia. Desde hacer viajes de 20 días en carpa con alumnos en la Patagonia y recorrer varios kilómetros en busca de agua, hasta un 2020 en pandemia con clases virtuales sincrónicas. Debo admitir que su capacidad para renovarse y mantenerse actualizado es admirable. Con los años, modificó su forma de hacer las preguntas, mientras en sus comienzos era suspicaz y muy pensante, en la actualidad es más directo, concreto y hasta benévolo. Es un fanático de la tecnología y de actualizarse en

programas de uso cotidiano y los no tanto. Tengo que admitir que de todo el grupo de trabajo él siempre tiene la última versión de Corel, nos introduce en el mundo de programas nuevos y tiene una notebook, que renueva con relativa frecuencia, acorde a esas necesidades. Pero también, por supuesto, no le puede faltar tecnología para las campañas y el Ebook. Este último, con algún libro de historia argentina escrita en otro idioma, como inglés o alemán, por algún autor que tenga otra visión de nuestra historia, también puede ser historia mundial y para él, obviamente como para muchos de nosotros, Mafalda es un clásico.

Ernesto es un luchador incansable por lograr los objetivos que se propone, rezonga y se enoja ante los obstáculos que surgen pero no sé de dónde saca las fuerzas para seguir adelante más allá de las negativas. Gracias a esta virtud, y a otros investigadores del Departamento de Geología de la Universidad del Sur que como él buscaban un objetivo común, lograron crear en el 2006 el Instituto Geológico del Sur (IN-GEOSUR), el cual es de doble dependencia UNS-CONICET. Desde entonces y hasta el 2020 cumplió la función de Director de dicho instituto así como también durante esta función se desempeñó como Vice-director y posteriormente Director del Centro Científico Tecnológico (CCT) del CONICET en Bahía Blanca. No caben dudas que accedió a tales funciones en base a su trabajo y a su capacidad, sin embargo, aunque esto fue todo un mérito y desafío personal, la realidad es que ese fue un tiempo donde lo veíamos poco y lo extrañamos mucho, más aún cuando, por sus obligaciones, en 2016 se mudó de oficina. Él supo siempre que para poder desarrollar estas funciones de la mejor manera posible (única forma que él entiende se deben hacer las cosas) le

demandarían una enorme carga horaria, así y todo se las arreglo para no dejar de participar un par de veces por semana de nuestros mates y charlas, a los cuales en los últimos años se sumó Lucía. A pesar de estos cambios naturales y lógicos nunca dejó de estar presente para todo su grupo de trabajo. Aunque no estuviera en la oficina de forma física nunca dejó de tener contacto con todos nosotros, de hacerse el tiempo para ver cómo seguía cada uno en sus labores y asegurarse que estuviéramos bien.

Dirigió, co-dirigió y participó en numerosos proyectos de investigación nacionales y de cooperación, estos últimos principalmente con el gobierno y entidades austríacas.

Con colegas e investigadores como el Dr. A. Mogessie y el Dr. Theo Ntaflos, este último profesor de la Universidad de Viena, con quienes trabaja desde hace ya 28 años y con los que, más allá de la existencia de algún convenio o proyecto formal, ha establecido un vínculo de amistad y ha logrado que todas las investigaciones que se llevaran a cabo permitieran incrementar el conocimiento de la geología, y en particular de las rocas máficas-ultramáficas y las mineralizaciones asociadas a las mismas, de distintas regiones de la República Argentina, tales como la Cordillera Frontal de Mendoza, las Sierras Pampeanas de San Luis y San Juan y los xenolitos del manto litosférico y los basaltos alcalinos de la Patagonia.

Podría seguir contando un sinfín de cosas y anécdotas vividas, solamente en el período de su vida que compartimos, pero el relato se haría demasiado largo. Sin embargo, terminaré esta síntesis contándoles que si bien este año Ernesto se jubiló de la Universidad Nacional del Sur y del CONICET, según su promesa ahora empezará a dedicarse a lo que le gusta y de la forma que más le gusta: la investigación a sus tiempos. Estoy en cierta forma tranquila porque sé que lo tendremos de ahora en más aprovechando al máximo su conocimiento y su experiencia, que son ambos tan amplios e increíbles. Además, su promesa incluye que cebará los mates, aunque con la pandemia también zafó... por el momento.

# HALLAZGOS AFORTUNADOS: MINERALES METALÍFEROS Y ROCAS DEL MANTO TERRESTRE<sup>1</sup>

**Palabras clave:** máficas, ultramáficas, xenolitos, mineralizaciones, petrología, geoquímica.  
**Key words:** mafic, ultramafic, xenoliths, mineralizations, petrology, geochemistry.

En esta reseña el autor nos deslumbra con su trayectoria y hallazgos en el mundo geológico, ámbito cuyo interés parecía estar cifrado en su propio apellido. En particular, da cuenta de la importancia del trabajo en equipo y de los vínculos internacionales para el desarrollo de la carrera científica, así como de sus aportes al conocimiento de las rocas máficas y ultramáficas en el país.

## ■ Ernesto Alfredo Bjerg

Instituto Geológico del Sur (UNS-CONICET) –  
CCT CONICET Bahía Blanca

ebjerg@ingeosur-conicet.gob.ar

<sup>1</sup> Editor designado: Víctor A. Ramos

## ■ NIÑEZ Y ADOLESCENCIA

Nací hace un poco más de 68 años, muy lejos de las montañas y muy cerca del mar, en la ciudad de Necochea, una zona en la cual, por la fertilidad de la tierra, se radicaron muchos daneses, en su mayoría expertos agricultores, que emigraron de su patria a partir de mediados del siglo XIX y se establecieron en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Mis padres, Niels Gunnar Bjerg y Eli Andersen, eran hijos de daneses lo cual resulta llamativo dado que el primero de mis bisabuelos llegó a la Argentina en 1889. Ello se explica por sus frecuentes regresos a la “vieja Dinamarca”, donde varios de ellos incluso eligieron pasar sus últimos años de vida. Me crié en un hogar luterano apegado a las tradiciones danesas y en el que existían determinadas reglas, una de las cuales se refería al idioma: en familia se

hablaba en danés. Esto no era totalmente de mi agrado, especialmente cuando acompañaba a mi madre de compras y ella me hablaba en da-

nés en lugares públicos y si yo protestaba al respecto su respuesta por supuesto era “algún día me lo vas a agradecer”, frase que seguramente a



**Figura 1:** Familia Bjerg, de izquierda a derecha mi padre, mi madre, mi abuela Frida Bjerg (con el autor en brazos), mi abuelo Harald Bjerg (en el centro de la imagen con corbata) y los hermanos y hermanas de mi padre, diciembre 1954.

muchos les resultará familiar y que resultaría tan cierta que yo mismo se la he repetido a mis hijas. Los primeros años de mi infancia los pasé en el campo, a unos 60 km de Necochea, etapa de la cual recuerdo particularmente acompañar a mi padre a pescar en el arroyo Pescado Castigado, el que pasaba por la chacra, tener un caballo, juntar huevos de avestruz y “colaborar” en el tiempo de cosecha llevando a media tarde galleta y mate cocido a los que trabajaban en las máquinas. A mis siete años, llegado el momento de empezar la escuela, nos mudamos a la ciudad y un par de años después se agrandó la familia con el nacimiento de mi hermana Norma. Excepto un período durante el cual vivimos en Bariloche, completé la enseñanza primaria en una escuela pública, por aquel entonces denominada Escuela Nro. 2, a la cual también asistió mi hermana.

Tanto la familia de mi padre como la de mi madre eran definitivamente numerosas, 12 y 10 hermanos respectivamente, muchos de los cuales formaron familias con numerosos descendientes, aunque ninguno igualó a sus padres. Las reuniones familiares, la mayoría de ellas en el campo, eran una verdadera fiesta para todos, pero quizá en mayor medida para los menores ya que nos permitía encontrarnos con primos y primas y disfrutar de jornadas inolvidables, compartiendo aventuras y travesuras. Como el “calendario” de reuniones estaba determinado por cumpleaños y otros eventos familiares, organizábamos distintos tipos de competencias y juegos adaptados a la época del año. Con el transcurso de los años cada uno de esos niños y preadolescentes seguimos distintos caminos, dedicados a diversas ocupaciones, profesiones y en distintos lugares de residencia dentro y fuera del país, pero aún con algunas

ausencias seguimos manteniendo contactos estrechos y con motivo de algún festejo familiar particular volvemos a reunirnos. Y es que más allá del vínculo familiar se desarrollaron relaciones de afecto y amistad muy sólidas, con un genuino interés por el otro y la predisposición de brindar apoyo a quien lo necesite.

Para mis padres la enseñanza básica obligatoria incluía el secundario, por lo que me inscribieron en el Colegio Nacional José Manuel Estrada de Necochea, del cual egresé como Bachiller en diciembre de 1970. De esta etapa, recuerdo especialmente a mis profesores de Ciencias Naturales, Geografía, Química y Matemáticas, por enseñarnos no solo los conceptos básicos de cada disciplina sino también sus aplicaciones e implicancias en la vida diaria y a los de Historia y Literatura por vincular temporalmente cada evento y obra con las circunstancias políticas y sociales que imperaban globalmente.

En las vacaciones de verano, disfrutaba trabajar en la recepción de un hotel de Bariloche cuyo propietario era amigo de mi padre, empleo que me permitía ganar algo de dinero para mis gastos y gustos a lo largo del año, además de encontrarme con amigos y familiares que allí residían. Esas estadías también me posibilitaron asistir a los primeros conciertos de la Camerata Bariloche en la Biblioteca del Centro Cívico y participar de excursiones a los distintos cerros de la zona, atraído no solo por los paisajes sino por la diversidad de rocas y geoformas, seguramente como resultado de la influencia ejercida a lo largo de los años por mis padres, amantes de la naturaleza en todas sus formas y manifestaciones. En mi casa abundaban rocas y minerales que ellos habían recolectado en sus viajes e incluso algunos fósiles hallados en



**Figura 2:** Con mis padres y mi hermana en Necochea, noviembre 1960.

las barrancas del río Quequén Grande y en los acantilados de la playa necochense.

En mis años de estudiante secundario tuve la fortuna de conocer a Silvia, hoy mi esposa, quien me ha acompañado y brindado su apoyo incondicional hasta el día de hoy. Llegado el momento de inscribirme en la Universidad, la elección de la carrera a seguir ya estaba decidida: Geología, carrera en cierta forma vinculada con mi apellido, el cual traducido al español es montaña.

A partir de las charlas compartidas con tres de mis mejores amigos del secundario, que se dedicarían a la ingeniería industrial y a la ingeniería eléctrica, y sin disponer de mayor información respecto al nivel académico o planes de estudio, sino más bien empujados por el entusias-

mo de compartir esta nueva etapa, la Universidad Nacional del Sur de Bahía Blanca se planteó como la opción más conveniente. Decididos a no pasar el verano haciendo el curso de ingreso, viajamos a Bahía Blanca la última semana de diciembre de 1970 y rendimos libre y exitosamente el examen de ingreso.

### ■ LA UNIVERSIDAD

Guardo muy gratos recuerdos de mis años de estudiante en la Universidad Nacional del Sur, con sus altos y bajos determinados fundamentalmente por los vaivenes políticos y sociales vividos en el país en la década del 70. En diciembre de 1975 fueron asesinados tres compañeros de estudio, año en el cual la Universidad Nacional del Sur (UNS) vivió situaciones institucionalmente violentas.

Desde su creación en 1956 la UNS adoptó una estructura institucional por Departamentos, los cuales cuentan con Directores Decanos. Formé parte de un grupo de 42 aspirantes a geólogos que en 1971 ingresamos al Departamento de Geología, y de los cuales ocho nos graduamos en un lapso de siete años. El plan de estudios tenía la particularidad de que los primeros cuatrimestres estaban dedicados al cursado de asignaturas de matemática, química, física y recién a partir del segundo año se incorporaban materias geológicas. La primera de ellas fue Geología General dictada por el Dr. Arturo Corte, docente que transmitía a sus alumnos no solo sus conocimientos y su amplia experiencia sino también su entusiasmo por nuestra disciplina. El Departamento de Geología contaba con un plantel de muy buenos docentes y dos de ellos, los Dres. Eduardo Llambías y Lidia Malvicini, influyeron marcadamente en mi carrera profesional ya que despertaron mi interés por las rocas ígneas y los yacimientos minerales. También recuerdo gratamente los mates compartidos y las amenas charlas sobre diversos aspectos geológicos con el Lic. Osvaldo Schauer, profesor de Geología Histórica, quien me obsequió las hojas geológicas de Sierra de la Ventana a raíz de mis consultas sobre la geología de las sierras, hojas que atesoro aún hoy en mi biblioteca.

La relación con el plantel de profesores y docentes auxiliares de Geología era definitivamente cordial y era frecuentes los encuentros fuera de los horarios de clase, tanto en las oficinas como en el hall de acceso a las aulas, lo cual generaba un contacto estrecho, que contribuía positivamente a incentivar el interés y la motivación por la carrera. Sin duda otro factor importante en este sentido lo constituían los viajes de estudio a Sierra de la Ventana y a di-

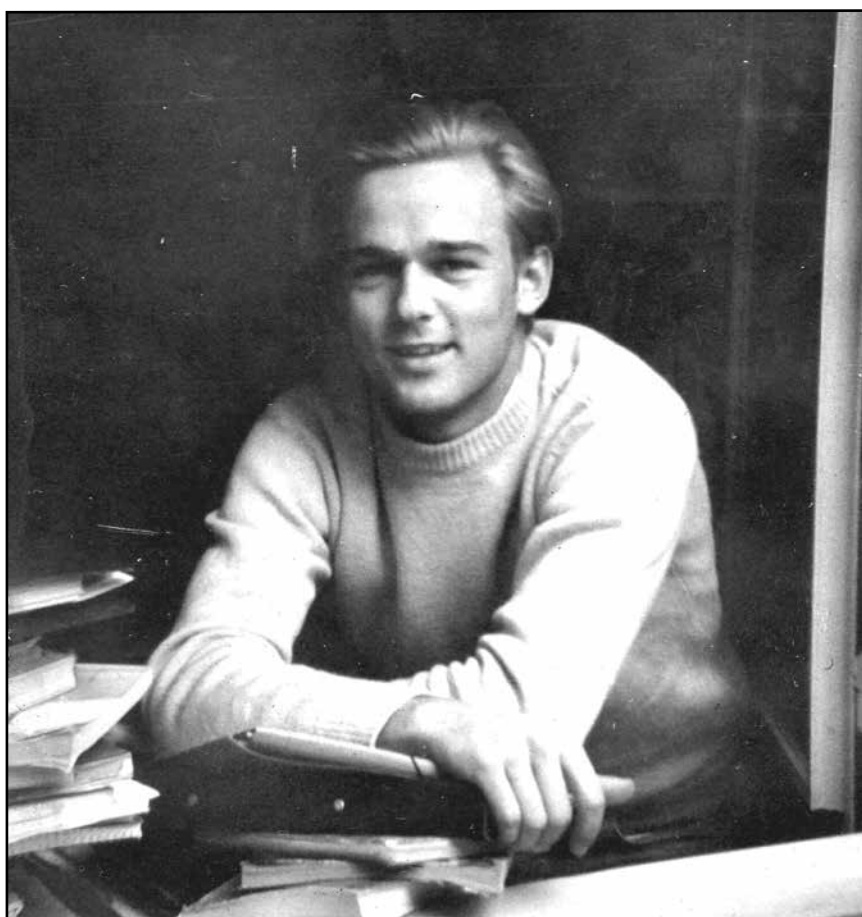


Figura 3: Primer año de estudiante universitario, setiembre 1971.

versos ambientes geológicos en las provincias de Mendoza, San Juan, Neuquén y Río Negro.

La vida universitaria implicó también la participación en otras actividades tales como las propias del Centro de Estudiantes de Geología y el de Estudiantes de Necochea. El Club Universitario ofrecía la posibilidad de prácticas deportivas, pero entre ellas lamentablemente no se encontraba la gimnasia rítmica y con aparatos que practicaba en mi ciudad natal, por lo que incurSIONÉ en tenis, ejercicios con pesas y tiro. En aquellos años uno de los puntos de encuentro obligados era el Comedor Universitario, donde se servían almuerzos y cenas, servicio muy valorado por todos los estudiantes que proveníamos de otras localidades, tanto de la provincia de Buenos Aires como así también de Río Negro, La Pampa, Chubut y Santa Cruz, entre otras.

Finalicé el cursado de la carrera en noviembre de 1976 y me entregaron el diploma en abril del año siguiente. En marzo de 1977 fui convocado para hacer el servicio militar, ya que había solicitado prórroga para terminar los estudios. Luego de realizada la revisión médica quedé a disposición hasta la incorporación definitiva. Mientras esperaba que esto ocurriera comencé con la búsqueda de trabajo en empresas mineras y cuando a principios de junio surgió por fin una oportunidad laboral en el ámbito de la minería recibí la cédula de incorporación al Ejército Argentino, del cual fui dado de baja en mayo de 1978. Sin embargo, fui reincorporado en noviembre de ese mismo año debido a la delicada situación planteada por la disputa entre nuestro país y Chile por el Canal de Beagle. Finalmente, en marzo de 1979 obtuve la baja definitiva.

Durante el tiempo que debí cumplir con el servicio militar tuve la fortuna de que me fuera permitido disponer de las tardes libres, lo cual me posibilitó vincularme con docentes del Departamento de Geología de la UNS, participar en sus trabajos de investigación e incluso acceder a un cargo de auxiliar de docencia *ad honorem* y otro rentado.

Cabe aclarar que varios de mis antiguos profesores desafortunadamente habían dejado de pertenecer a la planta docente de la UNS en el transcurso de 1975 y 1976, como resultado de las circunstancias políticas de esos años. En ese entonces, el Dr. Kitaro Hayase, profesor de Petrología, había conformado un grupo de investigación orientado esencialmente a la mineralogía y a la geología de yacimientos, dándole un fuerte impulso a los estudios de posgrado en el Departamento de Geología, y logrando que varios jóvenes realizaran sus tesis doctorales

bajo su dirección. Entre ellos se encontraba el Dr. Pedro Maiza quien en 1978 me ofreció solicitar una beca doctoral al CONICET bajo su dirección para hacer una tesis doctoral en un tema que realmente era de mi interés: la génesis de la mineralización de sulfuros asociada a los cuerpos ultramáficos de la Cuchilla Guarguaraz, en la Cordillera Frontal de la provincia de Mendoza.

Fue así como el mes de marzo de 1979 quedaría por siempre en mi memoria por dos buenas razones: fui dado de baja definitivamente del ejército y me fue otorgada la beca doctoral del CONICET para comenzar la tesis a partir del 1 de abril de ese mismo año.

## ■ EL DOCTORADO

El trabajo de tesis requirió la realización de muchas campañas de relevamiento y muestreo, que incluyeron levantamientos topográficos



**Figura 4:** Campaña en el área de Mina Salamanca, provincia de Mendoza. De izquierda a derecha el autor, D. Gregori, Dr. C. Labudía y Dr. P. Maiza, diciembre 1980.

utilizando una alidada autoreductora (plancheta, en la jerga geológica). El laboratorio de Petrotomía del Departamento de Geología no contaba con un técnico de laboratorio, por lo cual tuve que confeccionar, con el escaso y rudimentario equipamiento disponible, los cortes delgados y pulidos de rocas para el estudio de silicatos y minerales metalíferos con un microscopio petro-calcográfico Leitz de la década de 1960. El preparado de las muestras era una tarea indispensable pero ciertamente insumía una considerable cantidad de tiempo; a esto se sumaba la realización de los análisis geoquímicos gravimétricos, por fotometría de llama y difracción de rayos X. En contadas ocasiones pude tener acceso a la utilización de un espectrómetro de absorción atómica con el cual podía analizar un mayor número de muestras con una considerable reducción del tiempo invertido, comparado con el requerido por los tradicionales análisis por vía húmeda. En el caso de estos últimos la limitada disponibilidad de crisoles de platino era motivo de frecuentes disputas entre los que nos encontrábamos trabajando en nuestras tesis y los investigadores.

Si bien en la actualidad es indispensable hacer un análisis geoquímico por vía húmeda utilizando crisoles de platino, haberlo hecho me permitió adquirir conocimientos sobre las propiedades fisicoquímicas y geoquímicas de los elementos químicos, las rocas y los minerales, que complementaron y ampliaron los recibidos en las asignaturas de grado dictadas en el Departamento de Química. Esta experiencia me fue de suma utilidad en el transcurso de mi carrera profesional, para el mejor aprovechamiento y valoración del moderno instrumental que actualmente es de uso rutinario.

En el transcurso de mis estudios de grado la Dra. Lidia Malvicini me permitió cursar la materia de posgrado Calcografía que ella dictaba. Confrontado con la complejidad de la mineralización del área de mi tesis me vi obligado a solicitar asesoramiento experto y por lo tanto viajé a Buenos Aires, para encontrarme con la Dra. Milka Brodtkorb, quien había publicado un trabajo sobre la mineralización presente en mi área de trabajo. Luego de explicarle el motivo de mi visita y el plan de trabajos, accedió a brindarme su apoyo. Con el transcurso de los años establecimos un vínculo profesional y personal que se mantendría de allí en adelante y que derivó en la publicación de artículos en colaboración, vínculo por el cual siempre estaré agradecido. A pesar de mis esfuerzos no había logrado, entre otras incógnitas, identificar con seguridad un óxido asociado a la mineralización, además de otros minerales metalíferos que integraban la mena de los yacimientos Salamanca, La Luisa y La Barrera. En 1982 tuvo lugar en Buenos Aires el V Congreso Latinoamericano de Geología, oportunidad en que acudí a la Dra. Brodtkorb para solicitarle colaboración para la identificación y clasificación de estos minerales. En ese momento estaba de visita su colega, el Dr. Christian Amstutz de la *Heidelberg University* de Alemania, y los tres dedicamos una tarde al estudio de mis muestras, pero sin lograr llegar a una identificación positiva. Afortunadamente el Dr. Amstutz, con quien me mantuve en contacto, me ofreció llevar las muestras para hacerle análisis con microsonda electrónica en Heidelberg, resultados que recibí poco tiempo después. Para mi sorpresa, transcurridos dos años desde nuestro encuentro, me hizo saber que tenía un escritorio disponible en Heidelberg y que sería bienvenido ni bien finalizara el doctorado.

Los objetivos planteados en el plan de tesis requerían además efectuar un detallado estudio de las rocas ultramáficas y metamórficas del área de trabajo, pero a medida que avanzaba con el trabajo fueron las primeras las que me resultaron más interesantes dadas sus características, la mineralización asociada y los procesos geológicos involucrados en el emplazamiento de estas rocas del manto terrestre. Si bien los sulfuros que componían la mena eran muy interesantes, tanto por su mineralogía como por los procesos involucrados en su génesis, la lectura de varios artículos mencionaba la posibilidad de que estos tuvieran asociados minerales del grupo del platino. Sin embargo, no tenía los conocimientos, la experiencia ni los medios para abordar el estudio de este tipo de minerales ni tampoco a quien acudir en busca de apoyo y asesoramiento. Por lo tanto, decidí que debía encontrar un profesional experimentado en el tema, un lugar y obviamente, una forma de financiar la estadía que me permitiera adquirir los conocimientos necesarios sobre platinoideos.

Paralelamente con las tareas propias de tesis, continuaba desempeñando tareas docentes. La asignatura Geología de campo requería, realizar trabajos de levantamiento geológico con grupos de poco más de 30 alumnos. El Dr. Carlos Labudía, Profesor Asociado de dicha cátedra, había realizado su tesis doctoral sobre la geología de un área próxima a la localidad de Los Menucos, provincia de Río Negro. Esto motivó que varios viajes de cátedra tuvieron como destino dicha región lo que me permitió conocer en detalle su interesante geología.

Finalmente, en 1985 defendí mi tesis doctoral y pude presentar la solicitud de ingreso a la Carrera del Investigador Científico del CO-

NICET en la categoría Asistente, la cual se materializó en el transcurso de 1986.

## ■ EL POSDOCTORADO

Finalizada la tesis, mi próximo objetivo era perfeccionarme en el estudio de la génesis de mineralizaciones metalíferas asociadas a rocas ultramáficas, en particular la de platinoideos. Motivado por la posibilidad de ir a Heidelberg decidí que sería apropiado adquirir conocimientos básicos de alemán, para lo cual me inscribí en los cursos de la Sociedad Escolar Alemana de mi ciudad, reconocidos por el Instituto Goethe. Por otra parte, era mi intención solicitar una beca externa posdoctoral al CONICET y en ese momento era requisito tener un conocimiento básico de la lengua del país a visitar, lo cual ciertamente tendría la ventaja de darme un mayor grado de libertad en la vida diaria al facilitar el contacto con la gente fuera del ambiente universitario.

En virtud de la invitación que había recibido para ir a Heidelberg me reuní con la Dra. Brodtkorb para conversar sobre dicho ofrecimiento. Como le manifesté mi interés en perfeccionarme en mineralizaciones de platinoideos, me aconsejó que solicitara la beca para trabajar con el Dr. Eugen Stumpfl en la *Mining University Leoben* de Austria. Él era un reconocido experto internacional en este tipo de mineralizaciones y ambos habían trabajado juntos como asistentes del Dr. Paul Ramdohr, reconocido mineralogista alemán y pionero en el estudio de minerales metalíferos.

A principios de 1987 le envié una carta al Dr. Stumpfl explicándole mi intención de solicitar una beca para perfeccionarme en mineralizaciones de platino y trabajar bajo su dirección. Su respuesta fue que para

acceder a mi pedido requería referencias de dos profesores europeos que me conociesen personalmente y que aceptaría que una de ellas fuese de la Dra. Brodtkorb.

El otro referente fue el Dr. Paul L. Hancock de la *University of Bristol* del Reino Unido. En 1981 tuve la oportunidad de tomar el curso de geología estructural y neotectónica que el Dr. Hancock dictó en la UNS. Dado su especial interés por recorrer la Sierra de la Ventana su estadía en Bahía Blanca se extendió por algunas semanas. En una conversación que mantuvimos en el transcurso de una cena pocos días antes de su partida, me aconsejó que finalizada la tesis debía tratar de completar una estadía en el exterior para completar mi formación y que llegado el caso podía contar con su apoyo. Si bien habían transcurrido varios años desde este ofrecimiento, le envié una carta explicando el motivo por el cual necesitaba una carta de referencia. Un par de meses después recibí un télex del Dr. Stumpfl indicando que había recibido las referencias positivas de la Dra. Brodtkorb y el Dr. Hancock, por lo cual aceptaba dirigir mi posdoctorado.

Ahora solo me restaba que se aprobara mi solicitud de beca externa al CONICET, lo cual se concretó, con fecha de inicio en setiembre de 1988. Sin embargo, por razones presupuestarias el inicio de la beca fue postergado, motivo por el cual finalmente logré viajar a Austria a mediados de setiembre de 1990 y mi esposa y dos hijas lo hicieron un mes más tarde.

El Dr. Stumpfl era el Director del *Institute of Mineralogy and Petrology* de la *Mining University Leoben* y en sus dependencias me encontré con tesis y posdoctorandos de diversas partes del mundo, a los cuales frecuentemente se sumaban

investigadores visitantes y un equipamiento destacado para aquellos años, que comprendía un moderno equipo de Fluorescencia de Rayos X *ARL 8420*, un espectrofotómetro de absorción atómica *Perkin Elmer 3030* y una microsonda electrónica *ARL-SEM-Q*, entre otros. El ambiente de trabajo era, si bien exigente, particularmente cordial. Una regla a respetar era la diaria pausa de café de 30 minutos instituida por el Dr. Stumpfl, en la cual nos transmitía novedades referidas al trabajo diario, coordinaba el cronograma de encuentros con cada integrante e incluso el cronograma de vacaciones, ya que era impensable que todos sus miembros se ausentaran en las mismas fechas.

Mi plan de trabajo estaba enfocado en el estudio de las rocas ultramáficas y la mineralización asociada del área de trabajo de mi doctorado, con especial énfasis en los minerales del grupo del platino. En un primer encuentro con el Dr. Stumpfl, establecimos un cronograma de tareas con objetivos claros y precisos, y me sugirió que dedicara un cierto tiempo a estudiar minerales del grupo del platino en muestras de la colección del Instituto, a fin de familiarizarme con sus características. Por otra parte, me indicó que para su estudio era indispensable realizar análisis químicos para confirmar y/o descartar la composición química de los posibles minerales del grupo identificados al microscopio ya que ópticamente no era posible efectuar una determinación inequívoca debido a sus particulares propiedades ópticas y a su reducido tamaño (por lo general del orden de unos pocos hasta los 200 o 300 micrones). Por lo tanto, me convertí en un asiduo usuario de la microsonda, pero debido a la demanda para su uso, no era infrecuente obtener turnos para utilizarla en la madrugada y los fines de semana.



Si bien los preparados pulidos de rocas y minerales que había realizado tan cuidadosamente en Bahía Blanca, fueron descartados por el responsable de la microsonda electrónica por su excesiva cantidad de ralladuras, en el Laboratorio de Petrología me hicieron nuevos preparados que se ajustaban a los estándares requeridos.

Mi estadía en Austria se extendió hasta mediados de 1992 y el trabajo realizado en su transcurso evidenció que, si bien las rocas ultramáficas de mi trabajo de tesis tenían interesantes contenidos de elementos del grupo del platino, los minerales metalíferos presentes en mis muestras no incluían los del grupo del platino, aunque sí otros sulfuros y óxidos sumamente interesantes. El interés del Dr. Stumpfl en mi proyecto y sus valiosas enseñanzas me posibilitaron lograr significativos avances en

todo lo concerniente al estudio, caracterización y génesis de mineralizaciones de metales base y platinoides asociadas a rocas ultramáficas y máficas.

Entre los objetivos que me había planteado concretar durante la estadía en Austria se encontraba el de establecer contactos con colegas y concertar acuerdos de cooperación, en particular con el Dr. Stumpfl y su grupo de investigación para desarrollar proyectos de investigación en Argentina. Con esa finalidad elaboré un borrador de proyecto proponiendo, además de mi área de tesis, otras dos posibles áreas de trabajo en las provincias de Córdoba y San Luis. Expuse mi propuesta en una reunión de la cual también participaron el Dr. Aberra Mogessie y el Dr. Georg Hoinkes, ambos profesores de la *Karl Franzens University of Graz* de Austria. Este primer borrador consti-

tuyó el punto de partida para varios proyectos de investigación en colaboración.

Un artículo científico de fines de 1979 indicaba que en Patagonia se habían identificado basaltos que eran portadoras de nódulos ultramáficos, es decir rocas similares a las presentes en mi área de trabajo en Mendoza, pero que en estos casos no estaban afectadas por procesos geológicos que alteraran su mineralogía original, esto despertó mi interés.

La búsqueda de lavas que incluyeran xenolitos del manto fue trabajosa y lenta, pero dio como resultado la identificación de varias coladas de basalto en las mesetas de Somuncurá y Coli Toro portadoras de estas rocas, lo cual abría una nueva y apasionante línea de investigación. Realizados los trabajos básicos que comprendían estudios con microscopios ópticos y análisis geoquímicos de las rocas, resultó evidente que era indispensable obtener análisis geoquímicos de los minerales que constituían estas rocas para poder avanzar en la caracterización de sus minerales y determinar parámetros geotermométricos y geobarométricos. Los datos requeridos para esto requerían realizar análisis químicos puntuales en los minerales y determinar el contenido de elementos mayoritarios y trazas en las rocas, motivo por el cual en mi equipaje incluí una colección de preparados de estos xenolitos. En 1991 tuve una reunión con el Dr. Gero Kurat, Director del *Department of Mineralogy and Petrography* del *Natural History Museum* de Viena, Austria, para proponerle formular un proyecto de investigación enfocado en los xenolitos de Patagonia. Luego de invertir una jornada de trabajo observando las muestras y conversando sobre la geología de Patagonia, aceptó la propuesta de redactar un proyecto



**Figura 5:** El autor con el Dr. E. Stumpfl (centro de la imagen) en la *Mining University Leoben*, Austria. De perfil el Dr. A. Mogessie, diciembre 1990.



**Figura 6:** Trabajos de campo en la Meseta de Coli Toro, provincia de Río Negro, con el Dr. C. Labudía, Dr. G. Kurat (centro de la imagen) y el autor, febrero 1996.

de Mendoza, San Juan, San Luis, Río Negro, Chubut y Santa Cruz. Además, posibilitaron la participación de los colegas austríacos en los trabajos de campo y la formación de doctorandos de ambos países. En el marco de dichos proyectos pude completar estancias para acceder al uso del equipamiento analítico en los institutos austríacos y participar de viajes de campo que me permitieron conocer in situ rocas volcánicas máficas de las islas Canarias (Tenerife y El Fierro), la cuenca Pánónica (Austria y Hungría) y el *Eger Graben* en el norte de Bohemia (República Checa).

Los trabajos en colaboración dieron lugar a la publicación de una cantidad importante de artículos en revistas internacionales, locales y en reuniones científicas. Adicionalmente sirvieron de base para concretar la firma de convenios de cooperación entre la UNS y las universidades de Viena y Graz.

El posdoctorado me permitió dedicarme *full time* a la investigación con total libertad, con el asesora-

para solicitar financiamiento. Este primer encuentro dio lugar a varios proyectos de investigación, a los cuales se incorporó en 1995 el Dr. Theodoros Ntaflos, profesor de la *University of Vienna*.

Tecnológica entre el *Austrian Federal Ministry of Science and Research (BMWF)* y el MINCYT, entre otros. Estos proyectos consolidaron la cooperación, en áreas de las provincias

En el transcurso de mi estadía en Austria pude participar en trabajos de campo liderados por el Dr. Stumpf en los Alpes austríacos en varios afloramientos de cuerpos ultramáficos y de un viaje de dos semanas a la isla de Chipre recorriendo la ofiolita de Trodos (Macizo de Trodos) y el Complejo Mamonia, con la guía de los Dres. Costas Xenophontos y Andreas Panayiotou del Servicio Geológico de Chipre.

Los vínculos establecidos con los grupos de colegas austríacos se formalizaron con proyectos de investigación con financiamiento del *Austrian Science Fund (FWF)*, las universidades de Viena y Graz, Convenio de Cooperación Científica y



**Figura 7:** Basalto con disyunción columnar de Panská Skála, norte de Bohemia, República Checa, octubre 2011.

miento y respaldo de mi director y el irrestricto acceso a equipos e instrumentos disponibles, un verdadero paraíso comparado con la infraestructura existente en la UNS. Otro beneficio adicional lo constituyó la posibilidad de interactuar con colegas que trabajaban sobre temas afines y participar de los seminarios quincenales, estipulados para los viernes a las 17 horas, en los que cada integrante del Instituto exponía los avances y resultados de su trabajo y las dificultades encontradas, lo cual contribuía a generar intercambios de opiniones enriquecedores en un ambiente sumamente cordial. A su finalización disfrutábamos de unas merecidas cervezas.

Esta primera estadía en Austria y las que se sucedieron en el futuro fueron determinantes en la evolución de mi carrera en investigación ya que me permitieron trabajar con colegas experimentados en mi dis-

ciplina, abiertos al intercambio de ideas y experiencias y tener acceso a instrumental sin el cual no me hubiese sido posible avanzar en el estudio de las rocas máficas y ultramáficas. Con varios de estos colegas establecí, además del estrecho vínculo profesional, una sincera amistad que valoro profundamente y que se ha mantenido hasta el presente.

#### ■ DOCENCIA EN LA UNS

Inicié mi carrera docente en la UNS en 1977 con un cargo de auxiliar de docencia *ad honorem* en Economía Minera y un cargo rentado en Geología de Campo y Geoquímica, para luego pasar a desempeñarme en Relevamiento Geológico hasta comienzos de 1980. Los cargos docentes me posibilitaron participar de viajes de campo, independizarme económicamente y además iniciarme en la investigación, colaborando en varios proyectos.

El acceso a cargos docentes en la UNS requiere rendir un concurso público de antecedentes y oposición, política que considero muy acertada porque contribuye al objetivo de contar con un plantel de docentes capacitados y motivados.

Desde 1980 y hasta mediados de 1990 me desempeñé como Asistente de docencia y concurso mediante como Profesor Adjunto, Profesor Asociado y Profesor Titular, habiendo ocupado este último cargo hasta mi retiro en julio de 2020.

La asignatura Geología de Campo, posteriormente denominada Relevamiento Geológico, tenía como objetivo que los alumnos realizaran el relevamiento geológico de un área y luego elaboraran un informe que incluía la confección de un mapa geológico previo estudio al microscopio de las muestras recolectadas en el campo, ya que había sido crea-



**Figura 8:** Sierra de la Ventana, viaje de campo con alumnos de Levantamiento Geológico I, abril 2001.

da para reemplazar el trabajo final de la Licenciatura en Ciencias Geológicas. La mayor parte de los trabajos tuvieron como epicentro diversas áreas de la provincia de Río Negro, resultándome particularmente interesante la región central de la provincia por la variedad de unidades geológicas allí presentes. Con el Dr. Carlos Labudía, un apasionado por los trabajos de campo y excelente petrógrafo, realizamos el estudio de diversas unidades del Proterozoico superior-Paleozoico inferior, Paleozoico superior, Mesozoico y Cenozoico.

El permanente contacto y las inquietudes de los alumnos de grado me motivaron a estructurar un seminario de grado enfocado en los ambientes geológicos en los cuales se presentan las rocas volcánicas máficas y los complejos ultramáficas, aspectos que, si bien eran tratados en las asignaturas de grado, resultaba evidente que merecían un abordaje más profundo. Por otra parte, la experiencia que había adquirido en la operación de microsondas electrónicas y la realización de análisis de minerales, me permitió organizar un curso de posgrado en el que abordaba los principios básicos de funcionamiento, las metodologías de trabajo, los requerimientos específicos de las muestras a ser analizadas, el grado de precisión que tienen los resultados analíticos que brindan y los elementos químicos que pueden ser analizados. El objetivo del curso era brindar a los futuros usuarios los conocimientos básicos que les permitiesen ahorrar tiempo y aprovechar toda la potencialidad de este instrumento.

La posibilidad de ejercer la docencia universitaria constituye una actividad sumamente gratificante por muchas razones. Su ejercicio brinda la posibilidad de transmitir conocimientos y la propia expe-

riencia, motivar e incentivar en los alumnos el interés por las ciencias y al mismo tiempo plantea desafíos que surgen de las consultas, preguntas e inquietudes de los estudiantes, lo cual contribuye a enriquecernos como docentes y profesionales.

Por breves períodos ocupé cargos docentes en otras instituciones. En 1985 fui contratado como Profesor Adjunto visitante de Mineralogía en la Universidad Nacional de La Pampa y en 2001 como Profesor Visitante en el *Institute of Mineralogy and Petrology* de la *Karl-Franzens-University Graz*, Austria.

En lo que respecta a otras actividades propias de la vida universitaria, tales como la gestión, entre 1993 y 2001 me desempeñé como Miembro del Consejo Académico del Departamento de Geología de la UNS y de diversas Comisiones de este cuerpo. En el período 1995-1996 integré la Asamblea Universitaria de la UNS.

La formación de posgrado es un tema que siempre ha sido de mi interés y cuyo desarrollo en la UNS he seguido con interés y no sin cierta preocupación por lo que a partir de 2004 acepté integrar la Comisión de Posgrado del Departamento de Geología de la UNS y en 2013 fui designado Director de las carreras de Posgrado (Doctorado y Maestría en Geología), función que desempeñé hasta 2017. En este período se planteó la creación del Doctorado y la Maestría en Geociencias con el objetivo dar respuesta a la creciente demanda surgida por el incremento de las tesis sobre temas de carácter interdisciplinario abordados por estudiantes con títulos de grado no afines a la geología, motivo por el cual no era posible otorgarles el título de Doctor en Geología. Ésta era una situación que debía atenderse y la creación de un nuevo posgrado que

posibilitara definir la orientación de la formación de cada doctorando constituía una muy buena alternativa. Esto dio lugar a un amplio debate en el seno del Departamento de Geología, pero la propuesta fue aprobada por el Consejo Departamental y muy bien recibida en la Secretaría de Posgrado de la UNS, en el Consejo Superior Universitario y muy especialmente en la comunidad universitaria, esto último evidenciado por el importante número de inscriptos que este posgrado tiene desde su creación. A partir de 2017 y hasta julio de 2020 continué formando parte de esta Comisión como Miembro Titular. Además, de 2004 a 2018 integré la Comisión de Posgrados Académicos dependiente de la Secretaría de Estudios de Posgrado y Educación Continua del Rectorado de la UNS.

La investigación científica en el ámbito universitario está estrechamente vinculada a la calidad de los conocimientos transmitidos a los estudiantes. La promoción y el fortalecimiento de la investigación siempre han ocupado un lugar destacado entre los objetivos institucionales de la UNS, lo cual incentivó mi interés por participar activamente en el Consejo Asesor de Investigación (CAICYT) de la Secretaría General de Ciencia y Tecnología, del cual formé parte desde 1997 hasta 2009.

En 1998 fui designado miembro del Consejo Editor de la Editorial de la UNS por el área temática Ciencias Naturales, tarea que concluyó en el 2000.

La elaboración de un Plan Estratégico constituía, para buena parte de la comunidad de la UNS, un objetivo pendiente cuya formulación se concretó con el firme impulso que le dió el Rector en funciones en 2008. Fui designado miembro de la Comisión Asesora de Planeamiento

de la UNS cuya función era precisamente elaborar el primer Plan Estratégico de la institución. Esta fue una tarea enriquecedora que concluyó en 2011 y que si bien insumió una considerable cantidad de tiempo permitió elaborar un documento en el que se fijaron los objetivos a ser alcanzados en el mediano y largo plazo, definiendo los principales programas y acciones que se debían implementar en cada área y unidad académica para alcanzar dichas metas.

### ■ INVESTIGACIÓN Y CONICET

A partir de mi ingreso a la Carrera del Investigador en 1986 y transcurridos 4 años, solicité la promoción a Adjunto, a la cual accedí en 1991 pero con el singular detalle de que se hizo efectiva como Adjunto con Director, ya que la institución supuestamente no disponía de los fondos para cubrir la correspondiente diferencia de salario. Efectuados

varios reclamos, en diciembre de 1993 fui promovido a la clase Adjunto y esta vez sin director.

Tras permanecer 10 años en la clase investigador Independiente fui promovido a la clase Principal en 2010, cargo que mantengo como investigador *ad-honorem* a partir de mi jubilación en julio del corriente año.

El CONICET me brindó la posibilidad de dedicarme a la investigación y trabajar libremente en los temas de mi interés a lo largo de 34 años, consagrados casi exclusivamente a la petrología, geoquímica y mineralizaciones metalíferas de rocas máficas y ultramáficas.

Mis trabajos en la Cordillera Frontal de Mendoza me posibilitaron identificar varios de los procesos que afectaron las rocas máficas y ultramáficas que conforman la faja central de rocas máficas y ultramáficas,

cuyos afloramientos se encuentran en la Cuchilla del Arenal, la Cuchilla Guarguaraz, y las que constituyen La Faja Metales, magníficamente expuestas a lo largo del río de las Tunas en el tramo comprendido entre los arroyos Negro y Pabellón. El acceso a este último sector solo es posible a lomo de caballo y dada la estrechez del valle del río era menester cruzarlo en varias oportunidades, lo cual dio lugar a varias situaciones definitivamente risueñas y otras complicadas, debido a que el equipo de campo y los comestibles eran transportados en mulas cargueras, las que no se caracterizan por su docilidad y predisposición a obedecer indicaciones. Los trabajos me permitieron establecer que la estructura vetiforme y mineralogía actual de la mena asociada a estas rocas obedece a procesos hidrotermales que remobilizaron una mineralización originalmente magmática. Esta interpretación se basó en un conjunto de evidencias estructurales, petrográfi-



**Figura 9:** Campaña al río de las Tunas, provincia de Mendoza. El autor junto con el baqueano V. Acuña y sus hijos, febrero 1993.

cas, geoquímicas y mineralógicas, entre esta últimas las surgidas de un detallado estudio de minerales del grupo del espinelo, caracterizados por una marcada zonación química y contenidos anómalos de zinc. Los trabajos que había efectuado sobre el basamento de rocas metamórficas, en particular lo referido a las reacciones generadas en el contacto entre éstas y las rocas ultramáficas por procesos metasomáticos, sumado a otros aspectos de la geología de esta región, constituyeron el tema central de la tesis doctoral de una integrante de mi grupo de trabajo, la Dra. Ma. Florencia Gargiulo.

Una de las áreas de trabajo que les había propuesto a los colegas de Austria era la faja de rocas máficas y ultramáficas de las Sierras Pampeanas de la provincia de San Luis. Trabajos previos de otros colegas sobre la mineralogía y geoquímica de las mineralizaciones asociadas a las rocas de esta faja generaban interrogantes respecto a la génesis y magnitud de los contenidos de elementos y minerales del grupo del platino. En 1994 iniciamos, con los Dres. Aberra Mogessie y Georg Hoinkes de la *Karl-Franzens-University Graz* y colegas de la UNS, el estudio de las rocas máficas, ultramáficas y metamórficas, complementado con relevamientos de gravedad y magnetismo para cuya realización se incorporó al grupo de trabajo el Dr. José Kostadinoff. La integración de estudios geológicos y geofísicos confirmaron las expectativas originales en lo concerniente al potencial económico minero de la región, única en nuestro país con recursos mensurables de metales estratégicos tales como el platino y el paladio. Además, se obtuvieron evidencias respecto a los procesos involucrados en la génesis de la mineralización, las características petrológicas de las rocas máficas-ultramáficas y la estructura y grado del basamento



**Figura 10:** Relevamiento de gravedad y magnetismo en las Sierras de San Luis. Sentado operando un gravímetro el Dr. J. Kostadinoff, el autor de pie con un magnetómetro, octubre 1994.



**Figura 11:** El autor junto a sus primeras estudiantes de posgrado, las Dras. P. Aliani, G. Ferracutti y F. Gargiulo, enero 2012.

metamórfico. Parte de los trabajos realizados sirvieron de base para las tesis de dos estudiantes de Austria, una doctoral y otra de magister. Finalizado el proyecto, se incorporó

a mi grupo mi primera estudiante de posgrado, Gabriela Ferracutti, culminando exitosamente su tesis sobre las rocas de esta faja. Ella ha continuado los trabajos, ahora enfo-

cados en el estudio detallado de los cuerpos máficos estratificados, con resultados muy satisfactorios y que además constituyeron el tema de su primer tesista, el ya graduado Dr. Francisco Cacace.

Con el grupo de investigación del Dr. Mogessie, colegas de la UNS y de la Universidad Nacional de San Juan iniciamos en 2004 trabajos de investigación sobre unidades geológicas de las sierras de Valle Fértil y La Huerta. En esta oportunidad los trabajos estuvieron centrados en gabros, sus mineralizaciones asociadas y las rocas que constituyen el basamento metamórfico de esta región. Un aspecto que mereció una especial atención fue el estudio de evidencias mineralógicas y de deformación del evento de metamorfismo de alto grado (facies granulita) preservado en gneises, migmatitas, metagabros, metatonalitas y diques máficos. Estos trabajos dieron lugar a una tesis doctoral y a una de magister de estudiantes austríacos.

En Patagonia, el objetivo de estudio eran los xenolitos de rocas del manto incorporados en las rocas volcánicas que conforman coladas basálticas y conos de material piroclástico presentes en la zona centro de esta región y que se extienden entre los 40° (centro de la provincia de Río Negro y los 52° (provincia de Santa Cruz) de latitud Sur. Esta línea de investigación la desarrollé con la cooperación de dos colegas de Austria, el Dr. Gero Kurat y el Dr. Theodoros Ntaflos, y el Dr. Carlos Labudía de la UNS. En el transcurso de la ejecución del proyecto se sumaron colegas de Polonia, Ucrania y estudiantes de posgrado austríacos y de la UNS. Uno de los desafíos del proyecto era identificar un mayor número de localidades con eventos volcánicos portadores de xenolitos del manto terrestre. Esto exigió efectuar trabajos de relevamiento en



**Figura 12:** Almuerzo durante los trabajos de campo en las Sierras Pampeanas, acompañado por el Dr. A. Mogessie, febrero 2005.



**Figura 13:** Trabajos de campo en Pali Aike, provincia de Santa Cruz, con el Dr. Th. Ntaflos, Mag. O. Kolosova Satlberger y el autor, febrero 2012.

esta extensa región, que permitieron obtener un gran número de muestras de rocas del manto. Este material permitió efectuar una detallada

caracterización petrológica, mineralógica y geoquímica y determinar la profundidad de la cual provenían y la temperatura existente en dichos

niveles. En etapas posteriores abordamos el estudio, entre otros aspectos, de los procesos metasomáticos operantes en el manto y la caracterización de la heterogeneidad textural y mineralógica del manto litosférico. Análisis isotópicos y de elementos del grupo del platino, sumados a los contenidos de otros elementos traza nos permitieron identificar procesos de extracción y adición de fundidos silicáticos. Esta información permitió explicar la diversidad de composiciones mineralógicas y geoquímicas e identificar tres dominios en Patagonia, con distintas edades de estabilización. El metasomatismo de manto constituye un tema de gran interés a nivel internacional y éste fue el tema elegido para la tesis doctoral que completó una integrante de mi grupo, la Dra. Paola Aliani.

A partir de trabajos realizados enfocados en xenolitos presentes en las márgenes y en la porción noroccidental de la Meseta de Somuncurá y la Meseta de Coli Toro inicié con mi grupo un proyecto cuya finalidad es definir las características, fuentes y edades de las distintas coladas de lavas en esta área con el objetivo de contribuir a clarificar su estratigrafía. Este proyecto sirvió de base para el proyecto de la tesis de la Dra. Lucía Asiain, defendida en marzo de 2020.

El proceso de representación de datos e información geológica y química de rocas y minerales me motivó a explorar nuevas alternativas que contribuyeran a facilitar y potenciar su interpretación. Esto dio lugar a la generación de dos líneas de trabajo interdisciplinarias con investigadores del Laboratorio de Visualización y Computación Gráfica (VyGLAB), dirigido por la Dra. Silvia M. Castro del Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (CONICET-UNS), y del *Institute of Com-*



**Figura 14:** Xenolito del manto terrestre (Lherzolita de 34x20 cm) proveniente de la provincia de Santa Cruz.



**Figura 15:** Trabajos de campo en Bajo Hondo, provincia de Río Negro. A la izquierda la Dra. L. Asiain, el autor y la Dra. G. Ferracutti, diciembre 2019.

*puter Graphics and Algorithms* de la *Technical University Vienna*, Austria.

Una de ellas está orientada a la Visualización de Datos Geológicos Multidimensionales, enfocada en el cálculo de los miembros finales de los minerales del grupo del espinelo y a la visualización de los resultados en entornos de 2, 3 y n-dimensiones. Este grupo de minerales se caracteri-

za por su naturaleza multidimensional, por lo cual la detección y obtención de conclusiones sobre posibles relaciones entre los datos y la comprensión de información subyacente se pueden mejorar y facilitar con herramientas de visualización gráfica, demostrado con la generación de dos entornos de visualización.



La otra línea de trabajo, Visualización de Datos Geológicos mediante Realidad Aumentada, está enfocada en el diseño y desarrollo de un sistema orientado al trabajo de campo propio de la geología, aprovechando que la Realidad Aumentada permite introducir elementos virtuales en el entorno del mundo real, e integrarlos completamente en éste. Este sistema fue diseñado para su utilización en áreas remotas, usando únicamente el *hardware* de dispositivos móviles y sin requerir de una conexión a internet para la adquisición de datos. A estas líneas de trabajo se incorporaron cinco becarios doctorales que desarrollaron sus tesis, tres de los cuales ya se graduaron.

En varias ocasiones integré la Comisión Asesora de Ciencias de la Tierra y colaboré en la organización de la Comisión Evaluadora de los Concursos de Becas actuando como Coordinador durante tres años. Desde 2019 integro la Comisión Asesora de Temas Estratégicos y Tecnología para Ingresos a la CIC, una experiencia novedosa dada la heterogeneidad de las temáticas analizadas como así también de las disciplinas científicas de sus integrantes.

Un tema recurrente en las Comisiones Asesoras en general y en particular en las de Ciencias de la Tierra, es la valoración de las actividades desarrolladas por los investigadores, los becarios y por quienes aspiran a ingresar a la CIC. Esto es ampliamente discutido en y por fuera de las comisiones y si bien pareciera existir un total consenso en que tales evaluaciones no pueden estar predominantemente basadas en el número de artículos publicados en las denominadas revistas de alto impacto, este criterio no ha sufrido modificaciones sustantivas, excepto el parcial reconocimiento de la importancia de la producción

científica publicada en la Revista de la Asociación Geológica Argentina. Es evidente que las distintas disciplinas y subdisciplinas incluidas en el amplio campo de las Ciencias de la Tierra tienen requerimientos de financiamiento, infraestructura edilicia, equipamiento y tiempos de ejecución muy disímiles, como resulta evidente al analizar el número de publicaciones de cada una de ellas. La difusión que tiene un artículo en una revista de circulación internacional es importante por varias razones, pero aquellas contribuciones en revistas nacionales son de gran relevancia para quienes hacemos investigación en este país y que no son aceptadas en revistas del exterior porque su contenido es de "interés local". Es deseable que en un futuro no muy lejano se puedan acordar formalmente criterios que sean aceptados por la comunidad geológica y adoptados por los integrantes de las Comisiones Asesoras a fin de que la valoración de la calidad científica de un artículo no esté solo basada en el factor de impacto de una revista, sino que surja de la evaluación de su contribución concreta a una disciplina y tome en consideración las particularidades de la misma. La participación en comisiones asesoras, dirección de institutos de investigación y varias otras actividades vinculadas con la gestión de la ciencia, las cuales demandan una importante inversión de tiempo, también deberían ser adecuadamente valoradas al analizar la actividad desarrollada por los científicos.

En 2017 el Directorio del CONICET resolvió la creación de Redes Disciplinarias con el objetivo de conocer el estado del arte de varias disciplinas, entre las cuales se encontraban las Ciencias Geológicas, para identificar áreas clave y de vacancia. En 2018 fui convocado a formar parte de la Red de Geología, integrada por reconocidos investi-

gadores que desempeñaban sus actividades en distintas disciplinas y regiones de nuestro país. El trabajo realizado puso de manifiesto una serie de problemas que requieren y deben ser considerados para posibilitar el desarrollo futuro de las diversas disciplinas geológicas, para que éstas puedan continuar brindando su aporte a la resolución de problemas sociales y económicos del país y al avance de la ciencia.

Este análisis hacia el interior de la disciplina permitió identificar numerosos factores que actualmente constituyen serios impedimentos para su desarrollo equilibrado. Entre ellos se encuentra el reducido número global de investigadores, profesionales de apoyo y becarios en las Ciencias Geológicas, la marcada anisotropía en la población del personal dedicado a las diferentes disciplinas y subdisciplinas, la existencia de áreas disciplinares de vacancia, la ausencia casi total de disciplinas geológicas entre las consideradas estratégicas, las metodologías y los criterios de evaluación del personal. Entre otros aspectos sumamente preocupantes se destaca la falta de inversión en instrumental y equipamiento moderno lo cual afecta seriamente el desarrollo futuro de varias disciplinas consideradas de vacancia, la insuficiente infraestructura edilicia que limita el crecimiento de las unidades de investigación y los exiguos recursos económicos asignados para el financiamiento de los proyectos de investigación. Como resultado de este análisis, la comisión recomendó la implementación de un conjunto de acciones con la finalidad de darle una solución a estos problemas, cuya implementación se espera tenga lugar en el mediano plazo.

Por el momento la única medida introducida ha sido la incorporación de un considerable número de

las disciplinas geológicas entre los Temas Estratégicos admitidos en las convocatorias de becas y de ingreso a la Carrera del Investigador. Si bien esta medida es modesta, implica abrir nuevas oportunidades para la comunidad geológica.

En el ámbito de la UNS, el Departamento de Geología se ha caracterizado por tener un número importante de docentes que pertenecen al CONICET. Sin embargo, a pesar de contar con una masa crítica de investigadores y becarios, sucesivas propuestas elevadas a la presidencia del CONICET a partir de los años 80 proponiendo la creación de un Instituto de Geología no prosperaron. En 1994 el Consejo Superior de la UNS aprobó la creación de un Instituto dependiente del Departamento de Geología, pero por diversas circunstancias no fue puesto efectivamente en funcionamiento. A partir del cambio operado en el CONICET respecto a la política de creación de nuevos institutos, propicié la elaboración de una propuesta en tal sentido, lo cual fue positivamente aceptado por un grupo numeroso de colegas. Nos fijamos una fecha para finalizar la redacción de la propuesta la cual, gracias al empeño y dedicación de todos, fue concluida en tiempo y forma y elevada al CONICET. Para nuestra grata sorpresa, los primeros días de enero de 2007 recibí la resolución de "creación de la Unidad Ejecutora "Instituto Geológico del Sur (INGEOSUR)", de doble dependencia CONICET- Universidad Nacional del Sur", cuya dirección asumí en forma interina hasta rendir concurso en setiembre de 2010, cargo que concursé nuevamente en 2015 y ocupé hasta julio de 2020. La creación del Instituto fue beneficiosa, ya que posibilitó contar con financiamiento adicional para solventar los requerimientos de insumos y nuevos equipos para los laboratorios, la construcción de un

depósito para resguardar las muestras de los proyectos de investigación, tener representación y participar en la discusión de las decisiones tomadas en el Centro Científico Tecnológico de Bahía Blanca y darle un mayor sentido a nuestro vínculo con el CONICET. Un proyecto presentado al MINCYT para la construcción de un edificio para el Instituto en el campus de la UNS fue aprobado a mediados de 2014, aunque desafortunadamente su ejecución aún no se ha concretado, a pesar de las numerosas gestiones realizadas en tal sentido.

A partir de la creación del INGEOSUR fui incorporado como miembro del Consejo Directivo del Centro Científico Tecnológico CONICET Bahía Blanca, en el cual tuve activa participación integrando comisiones y colaborando en la formulación del Plan Estratégico del Centro y posteriormente en la elaboración del Plan Estratégico del CONICET. En 2011 fui elegido Vice-director del Centro para el período 2011-2012 y en 2017 asumí su Dirección hasta diciembre de 2019. Esta última experiencia en un cargo ejecutivo fue complicada por no recibir a tiempo los fondos destinados al sostenimiento de las actividades propias de un CCT y muy particularmente para afrontar el pago de los gastos corrientes de funcionamiento de un predio de 23 hectáreas y una superficie edificada de 23000 m<sup>2</sup>. Debido a esta crítica situación fue necesario suspender un importante número de las actividades científicas planificadas, así como la reparación y mantenimiento de edificios y equipos entre muchas otras, en aras de poder mantener en funcionamiento los cuatro institutos del predio y las instalaciones propias del CCT, es decir sus talleres, el centro de cómputos, los laboratorios, los microscopios electrónicos, los equipos analíticos de servicios, etc.

Entre los aspectos positivos debo mencionar la puesta en operaciones de la Oficina de Vinculación Tecnológica cuyo personal tuvo a su cargo reuniones con los investigadores y profesionales de apoyo de los 12 institutos del CONICET Bahía Blanca, ocho de los cuales se encuentran en los predios de la UNS.

A raíz de la selección e inclusión del CCT en el acuerdo de cooperación bi-regional UE-CELAC, cuya finalidad es fortalecer la cooperación en el campo de las infraestructuras de investigación, se recibió la visita de una comitiva de investigadores de la Unión Europea. También se concretaron jornadas de difusión de la ciencia en el marco de la maratón "Contrapunto - Debates sobre el conocimiento" propuesta por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de la Provincia de Buenos Aires. Se firmaron diversos acuerdos de cooperación con varias instituciones como es el caso de la Municipalidad de Bahía Blanca, la UNS, la Universidad Provincial del Sudoeste, la Facultad Regional de la Universidad Tecnológica Nacional, la Asociación de Redes de Interconexión Universitaria y el Hospital Municipal de Agudos con el objetivo de fortalecer vínculos con estas instituciones en lo referido a la planificación, gestión y operación de redes de datos, centros de almacenamiento y puntos de intercambio de tráfico.

## ■ A LO LARGO DEL CAMINO

Las satisfacciones que me dio mi carrera en la docencia universitaria y en la investigación superan con creces los inconvenientes, problemas y disgustos que se presentaron en su transcurso. Afortunadamente pude concretar muchos proyectos profesionales, varios de ellos con el invaluable acompañamiento e interés de numerosos colegas del país y

del exterior, a quienes estaré siempre agradecido.

Los conocimientos y la experiencia adquiridos sobre el grupo de rocas máficas y ultramáficas, me permitieron dar respuesta a algunos de los interrogantes que me había planteado y estas respuestas generaron nuevas preguntas que me motivan a continuar dedicado a la investigación y a mantenerme actualizado para poder abordar los nuevos desafíos

A lo largo de esa carrera tuve el permanente e incondicional apoyo de mi compañera desde hace 51 años y mi esposa desde hace 40, Silvia Castro, con quien formamos una familia con la llegada de Astrid y de Cristen. Nuestras hijas han desarrollado sus propias carreras, acompañadas por Ángel y Federico y constituyen nuestro mayor orgullo, incrementado con la llegada de las nietas, Emma y Libertad. Las circunstancias de la vida determinaron que se radicaran lejos de nuestro lugar de residencia, pero este hecho constituye un poderoso factor de motivación adicional para viajar y disfrutar de los encuentros familiares.

Con un Doctorado en Ciencias de la Computación y un magnífico grupo de investigación conformado a lo largo de los años, con Silvia encontramos temas donde confluyen nuestras profesiones y eso nos permitió generar proyectos de investigación en los que participan jóvenes de nuestras respectivas áreas profesionales, un motivo adicional de satisfacción.

He tenido la fortuna de echar las raíces de un modesto grupo de trabajo que continúa generando progresos en el conocimiento de las rocas máficas y ultramáficas, grupo que conforman mis ex-tesisistas Gabriela, Florencia y Lucía, todas con

cargos docentes en la UNS y en el CONICET.

## ■ BIBLIOGRAFÍA

Artículos publicados con los resultados de trabajos de investigación realizados sobre diversos temas mencionados en la reseña.

Antonini, A. S., Ganuza, M. L., Ferracutti, G., Gargiulo, M. F., Matkovic, K., Gröller, E., Bjerg, E. A., Castro, S. M. (2020). "Spinel Web: An Interactive Web Application for Visualizing the Chemical Composition of Spinel Group Minerals". *Earth Science Informatics (en prensa, aceptado 20 de octubre de 2020)*

Asiain, L. M., Gargiulo, M. F., Bjerg, E. A., Ntaflos, Th., Reitingner, J. (2019). "Petrografía y geoquímica de traquibasaltos y traquian-desitas basálticas de las Vulcanitas Corona Chico y del Complejo Volcánico Barril Niyeu, noroeste de la Meseta de Somuncurá, provincia de Río Negro". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 76(1): 8-23.

Gazcon, N., Trippel Nagel, J. M., Bjerg, E. A., Castro, S. M. (2018). "Fieldwork in Geosciences assisted by ARGeo: A mobile Augmented Reality system". *Computers and Geosciences*, 121:30-38.

Ferracutti, G. R., Bjerg, E. A., Hauzenberger, Ch., Mogessie, A., Cacace, F., Asiain, L. M. (2017). "Meso to Neo Proterozoic Layered Mafic-Ultramafic Rocks from the Virorco back-arc intrusion, Argentina". *Journal of South American Earth Sciences*, 79: 489-506.

Ferracutti, G., Gargiulo, M. F., Ganuza, M. L., Bjerg, E. A., Castro,

S. M. (2015). "Determination of the spinel group end-members based on electron microprobe analyses". *Mineralogy and Petrology*, 109: 153-160.

Mundl, A., Ntaflos, Th., Ackerman, L., Bizimis, M., Bjerg, E. A., Hauzenberger, Ch. A. (2015). "Mesoproterozoic and Paleoproterozoic subcontinental lithospheric mantle domains beneath southern Patagonia: Isotopic evidence for its connection to Africa and Antarctica". *Geology* 43(1): 39-42.

Ferracutti, G., Bjerg, E. A., Mogessie, A. (2013). "Petrology, geochemistry and mineralization of the Las Águilas and Virorco mafic-ultramafic bodies, San Luis Province, Argentina". *International Journal of Earth Sciences*, 102(3): 701-720.

Gallien, F., Mogessie, A., Bjerg, E. A., Delpino, S., Castro de Machuca, B., Thöni, M., Klötzli, U. (2010). "Timing and rate of granulite facies metamorphism and cooling from multi-mineral chronology on migmatitic gneisses, Sierras de La Huerta and Valle Fértil, NW Argentina". *Lithos* 114(1-2): 229-252.

Aliani, P. A., Ntaflos, Th., Bjerg, E. A. (2009). "Origin of melt pockets in mantle xenoliths from southern Patagonia, Argentina". *Journal of South American Earth Sciences* 28(4): 419-428.

Bjerg, E. A., Ntaflos, Th., Thöni, M., Aliani, P., Labudia, C. H. (2009). "Heterogeneous Lithospheric Mantle beneath Northern Patagonia: Evidence from Prahuaniyeu Garnet- and Spinel-Peridotites". *Journal of Petrology*, 50(7): 1267-1298.

- Ntaflos, Th., Bjerg, E. A., Labudía, C. H., Kurat, G. (2007). "Depleted lithosphere from the mantle wedge beneath Tres Lagos, southern Patagonia, Argentina". *Lithos* 94(1-4): 46-65.
- Bertotto, G.W., Bjerg, E. A., Cingolani, C. A. (2006). "Hawaiian and Strombolian style monogenetic volcanism in the extra-Andean domain of central-west Argentina". *Journal of Volcanology and Geothermality Research*, 158 (3-4): 430-444.
- Bjerg, E. A., Ntaflos, Th., Kurat, G., Dobosi, G., Labudía, C. H. (2005). "The upper mantle beneath Patagonia, Argentina, documented by xenoliths from alkali basalts". *Journal of South American Earth Sciences*, 18(2): 125-142.
- Kostadinoff, J.; Bjerg, E. A.; Gregori, D.A.; Delpino, S.; Dimieri, L.; Raniolo, A.; Mogessie, A.; Hoinkes, G.; Hauzenberger, C.A., Felfernig, A. (2001). "Magnetic and gravity anomalies in the Sierra del Padre and Sierra del Tala, San Luis province, Argentina: evidence of buried mafic-ultramafic rocks". *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 14 (3): 271-276.
- Hauzenberger, C.A.; Mogessie, A.; Hoinkes, G.; Felfernig, A.; Bjerg, E. A.; Kostadinoff, J.; Delpino, S.; Dimieri, L. (2001). "Metamorphic Evolution of the Sierras de San Luis, Argentina: Granulite Facies Metamorphism Related to Mafic Intrusions". *Mineralogy and Petrology*, (71): 95-126.
- Mogessie, A., Hauzenberger, Ch.A., Hoinkes, G., Felfernig, A., Stumpf, E. F., Bjerg, E. A., Kostadinoff, J. (2000). "Genesis of Platinum-group minerals in the Las Águilas mafic-ultramafic rocks, San Luis Province, Argentina: textural, chemical and mineralogical evidence". *Mineralogy and Petrology*, 68, 85-114.
- Bjerg, E. A.; Gregori, D. A., Labudía, C. H. (1997). "Geología de la región de El Cuy, Macizo de Somoncuro, provincia de Río Negro". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 52 (3):387-399.
- Gregori, D. A., Bjerg, E. A. (1997). "New evidences on the nature of the Frontal Cordillera ophiolitic belt – Argentina", *Journal South American Earth Sciences*, 10 (2): 147-155.
- C. de Bjerg, S. M.; Mogessie, A., Bjerg, E. A. (1995). "PASFORM - A program for IBM PC or compatible computers to calculate mineral formulae from electron microprobe and wet chemical analysis". *Computer & Geosciences*, 21(10): 1187-1190.
- Labudía, C. H., Bjerg, E. A. (1994). "Geología del sector oriental de la hoja Bajo Hondo (39e), provincia de Río Negro". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49(3-4): 284-296.
- Iglesias, J. C., Labudía, C. H., Bjerg, E. A. (1994). "Intercalaciones piroclásticas en la cuenca sedimentaria triásica de Los Menucos, provincia de Río Negro". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49(3-4): 236-240.
- Bjerg, E. A.; Brodtkorb, M., Stumpf, E. F. (1993). "Compositional zoning in Zn-chromites from the Cordillera Frontal Range, Argentina". *Mineralogical Magazine*, 57: 131-139.
- Labudía, C. H.; Artabe, A. E.; Morrel, E.; Bjerg, E. A., Gregori, D. A. (1992). "El género *Pleuromeia corda* (Lycophyta, Pleuromeiaceae) en sedimentitas triásicas de Coli Niyeu, provincia de Río Negro, Argentina". *Ameghiniana*, 29 (3): 195-199.
- Bjerg, E. A.; Gregori, D. A.; Losada Calderón, A., Labudía, C. H. (1990). "Las metamorfitas del Faldeo Oriental de la Cuchilla de Guarguaraz, Cordillera Frontal, prov. de Mendoza". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 45 (3-4): 234-245.

# JUAN CARLOS DEL BELLO

por Mario A. J. Mariscotti

Me dijeron que Juan Carlos sugirió mi nombre para esta presentación. ¿Me sorprende?, un poco; me complace, sí, mucho. Juan Carlos como él mismo se define, fue desde joven un “militante” con una clara vocación por el trabajo político y social y como es natural en general estaba rodeado de amigos de la militancia. Yo era sapo de otro pozo. Que me invitara a colaborar primero en el Consejo Federal de Educación, luego en el FOMECE y finalmente - uno de los más lindos desafíos en mi vida no académica - en la SECYT y en particular en la Agencia, motiva en mí la admiración por uno de sus más salientes atributos: su compromiso con la pluralidad y el respeto por el pensamiento ajeno. Por supuesto este rasgo de su personalidad no se manifestaba solamente en mi persona: lo he visto aplicado en todas las circunstancias donde debió elegir colaboradores priorizando la calidad, cuidando a la vez el equilibrio de género, de áreas del conocimiento y de territorialidad.

Juan Carlos es un reformador-ejecutor como pocos. Mencioné el FOMECE como una de las actividades que realicé como miembro de su Consejo Asesor, pero la lista de cosas que hizo es larga incluyendo la CONEAU, el incentivo docente, el FONTAR y la reorganización del sistema de CyT.



Posiblemente la manera más espontánea y sincera de describir a Juan Carlos sea recordar episodios del período 1996-99 en que colaboré con él día a día en la SECYT y en la Agencia, experiencia que recuerdo con mucho agrado aun cuando como en todas las cosas siempre hay momentos complicados.

En julio del 96 recibí su llamada; acababa de ser designado Secretario de CyT y me pedía que lo acompañara en esta gestión. Tuvimos una primera reunión que nos permitió ver que estábamos de acuerdo con un decálogo que le llevé, y me encomendó que pensara en el mediano plazo. Él tenía un montón de cosas urgentes que atender (la intervención del CONICET la más inmediata y comprometida). El rumbo lo tenía muy claro. Dos días después se definieron los pilares de la gestión: objetivos y organización del Sistema de CyT; aseguramiento de la calidad; estabilidad “dinámica” (con-

senso y mejora continua), y pasaje ordenado y cuidando lo que se tiene hacia un nuevo estado de cosas. Una semana después se convocó a un grupo de personas de prestigio y de pensamiento diverso para comenzar el trabajo de reflexión sobre el sistema de CyT. Ese primer grupo incluyó gente que se podría suponer distante del pensamiento político de Juan Carlos como Andrés Stoppani o Ricardo López Murphy y se reunió en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ANCEFN) un ente con pocos simpatizantes hacia el nuevo Secretario. Este espíritu abierto que siempre lo distinguió estuvo también presente en la conformación de las 6 comisiones que se armaron, involucrando a más de 100 científicos, tecnólogos, economistas y empresarios. El trabajo de estas comisiones se realizó en un mes (realmente un record de trabajo en colaboración) y se volcó en Las Bases para una Discusión de una Política de CyT (SECYT 1996). No se trató de un “plan estratégico” (con los defectos usuales de enumerar lo realizado y confeccionar la lista de buenos deseos con la sumatoria de los anhelos de todos sin fijar metas, cronogramas ni recursos), sino de definiciones bastante fuertes sobre evaluación del trabajo científico y tecnológico, la separación de funciones políticas, promoción y ejecución, y criterios éticos definiendo las

“reglas de juego”. La ejecutividad de Juan Carlos y su vocación transformadora atendiendo a distintas visiones, se completó en esta etapa con un ambicioso Taller internacional que se realizó en septiembre de ese mismo año en el Hotel Las Américas de calle Libertad.

A continuación Juan Carlos encaró la reforma del CONICET con su acostumbrada energía (si mal no recuerdo el CONICET tenía entonces 3 direcciones nacionales y 7 direcciones simples y esta sobredimensionada estructura fue reducida en pocas semanas a sólo 3 gerencias, algo no fácil de hacer en la administración pública). Las desmesuras burocráticas, el casi cero presupuesto para la financiación de proyectos de investigación (menos del 2% del presupuesto total), la multiplicidad de programas unipersonales, todo esto requería una revisión. La reacción opositora a cualquier modificación de la estructura del CONICET se hizo sentir enseguida. Fue duramente atacado (fuimos). Recuerdo un pasquín anónimo quincenal que decía de todo de él y de mí. Sospecho que él estaba más acostumbrado que yo a estas cosas. Pagué un precio por participar de su gestión: en aquel tiempo presidía la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales donde la mayoría de sus miembros eran del CONICET. El distanciamiento que se produjo a partir de mi vinculación con la gestión de Juan Carlos se hizo sentir en las reuniones plenarias que me tocaba conducir.

Ayudé a Juan Carlos a componer el Decreto de reorganización del CONICET. Todos los días repasábamos una nueva versión, nos llevábamos tarea para la casa y al día siguiente nueva revisión (en mi archivo tengo 13 versiones). A mi modo de ver, además de muchas cláusulas referidas al aseguramiento de la ca-

lidad en todas las actividades de la institución y requisitos para la creación de nuevos institutos, una de las medidas más innovadoras (hoy día parece trivial pero en su momento fue también criticada) fue el establecimiento de un sistema eleccionario para constituir el Directorio aprovechando que el CONICET tiene su propia “constituency”. La otra reforma tan criticada como las otras o más fue la inclusión en el Directorio de representantes del agro, de la industria, de las universidades y de las provincias.

Pero por encima de todo se hacía evidente la necesidad de fortalecer la capacidad de financiar proyectos de investigación sin privilegios de afiliación. En aquellos años era tan poco que le quedaba al CONICET para atender esta responsabilidad que lo poco que había se dividía por N (número de aplicaciones), distribuyendo montos ínfimos sin evaluación de ningún tipo y casi exclusivamente para los investigadores propios. Una tarde de noviembre de ese año estábamos reunidos en la sala de Directorio del CONICET en la calle Rivadavia con la presencia de Francisco de la Cruz (quien heroicamente había aceptado venirse de Bariloche para hacerse cargo de la nueva Gerencia de Evaluación). Allí surgió la idea de una agencia independiente cuya función exclusiva sería la financiación de proyectos mediante sistemas de evaluación robustos. Juan Carlos tomó la decisión y allí comenzamos una nueva ronda de versiones de lo que finalmente fueron los decretos 1660 (creación de la Agencia) y 1661 (reorganización del CONICET). Las críticas se multiplicaron: “la aviesa intención de Del Bello es destruir el CONICET”; “el presupuesto del CONICET va a la Agencia”, y cosas por el estilo.

La ejecutividad (y habilidad) de Juan Carlos fue aplicada inmediatamente para conseguir un refuerzo presupuestario para el CONICET y dinero “fresco” para el FONCYT (el nuevo fondo para la investigación científica de la Agencia). Este dinero salió del préstamo del BID destinado al FONTAR. Recuerdo a Juan Carlos convenciendo a los funcionarios del BID de que esta transferencia de fondos sería muy importante para la modernización tecnológica del país, objetivo original del FONTAR cuando desde el Ministerio de Economía lo concibieron con Llach en 1994. El dinero destinado al primer concurso PICT significó un incremento de 25 veces respecto a los montos otorgados en los años previos. Al año siguiente se incrementaron 2 veces más. En un país donde la burocracia es tan pesada y los recursos tan exiguos, no es poca cosa conseguir esto en un par de meses.

Hay numerosos ejemplos de esta capacidad de Juan Carlos para imaginar nuevos instrumentos de progreso y ejecutarlos exitosamente, que naturalmente no puedo comentar en este espacio. Pero sí voy a mencionar otro episodio que es muy ilustrativo de su poco común talento para moverse en la administración pública. En esos años Argentina pagaba unos 11 millones de USD anuales a Canadá por el alquiler de agua pesada para Embalse, mientras que la planta de agua pesada de Arroyito estaba parada. ¿Por qué no poner a funcionar la planta y usar la producción local de agua pesada y dejar de pagar un alquiler a Canadá? Parecía obvio que eso era lo que había que hacer, pero la situación se venía arrastrando por años. Fue una cuestión de un mes o dos para Juan Carlos conseguir fondos para financiar la puesta en marcha de Arroyito, concluir con los pagos a Canadá y poner a trabajar gente ociosa en una

planta que aun parada consumía mucho dinero.

La gente reformadora y ejecutora suele ser impetuosa y este es otro rasgo que en honor a la verdad no debería ignorar esta semblanza de Juan Carlos. A la distancia también me trae lindos recuerdos aunque en su momento causaron cierto desconcierto. Una cosa es el ímpetu reformista y otra es la acción impulsiva que a veces trae consecuencias no deseadas. Pero cuando hay inte-

gridad e hidalguía estos episodios terminan resolviéndose bien. Esta observación va de la mano de otra por lo cual estoy también agradecido a Juan Carlos y es la extrema consideración que él siempre tuvo conmigo respetando mis opiniones y puntos de vista, en particular en esos momentos de vehemencia.

Termino acá. Es evidente que tengo un gran aprecio y admiración por Juan Carlos. Por esa "militancia" que mencionaba al comienzo, creo

que ha tenido menos reconocimiento de lo que merece. Nunca lo he visto actuar (idear, resolver, realizar) algo que no fuera en función del bien común. Su idealismo y talento reformador-ejecutor siempre estuvo orientado a construir una Patria mejor. Hizo muchas cosas y obtuvo innumerables resultados positivos para la ciencia, tecnología y educación en el país. Ojalá que esta modesta semblanza sirva para que sus aportes reciban el reconocimiento que merecen.

# CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDAD<sup>1</sup>

Palabras clave: política, gestión, investigación.  
Key words: policy, management, research.

**Trayectoria infatigable profesional y académica -no lineal, cortada por la represión y persecución política- y de gestión de políticas públicas, con énfasis en política universitaria, científica y tecnológica, signada por ideales de transformación social y fuerte compromiso político, donde la realización personal se concibe como parte de la realización colectiva**

■ **Juan Carlos Del Bello**

Universidad Nacional de Río Negro

delbellojc@gmail.com

<sup>1</sup> Editora designada: **Catalina Wainerman**

Nací en Mar del Plata (1951) en un hogar de clase media, mis padres se mudaron a General Roca (Río Negro) cuando tenía 5 años de edad. Mi padre era odontólogo y ejerció su profesión en el hospital público y en la auditoría de la obra social provincial. Mi madre, ama de casa con primario completo. Estudié en escuelas públicas y terminado el bachillerato en el Colegio Nacional, anhelaba estudiar Derecho en una universidad nacional, aspiración que se vio frustrada por razones familiares que no vienen al caso. No pude ir a “estudiar afuera”, tuve que incorporarme al mercado de trabajo a los 18 años como cadete en el Banco de Río Negro y Neuquén, e inscribirme en la Universidad de Neuquén, creada en 1965 por el gobernador Felipe Sapag. La Universidad no dictaba Derecho, pero sí una carrera en ciencias económicas que me interesó: Licenciatura en Desarrollo y Programación Económica. Era la época del desarrollismo, de las miradas cepalinas y del Instituto Latinoamericano de Planificación Económica (ILPES). Sin contar con vehículo en el hogar, concluía las

tareas laborales a las 19 horas y partía raudamente a dedo a Neuquén, hasta que conocí en la universidad otro roquense, que viajaba en auto y pude reemplazar el viaje a dedo por el viaje en auto, aunque muchas veces regresaba a Roca en colectivo a medianoche. Cursaba de 20 a 24 en las instalaciones de un colegio secundario de la calle Salta, en aquella época en el alto de la ciudad neuquina, regresaba a la 01:00 y cenaba la comida fría que me dejaba preparada mi madre. Al compás de los estudios fui progresando en el Banco (años más tarde cerró sus puertas) en la contaduría general de la casa central, cargando la información contable en las máquinas NEC de la época. Había estudiado mecanografía durante el secundario con las máquinas Remington, por lo que realizaba el trabajo a gran velocidad.

Finalmente, sólo dos seguimos la carrera ya que la mayoría se inclinaba por la licenciatura en administración. Norma Rivavitz fue la compañera de estudios. La vida nos distanció luego de 1975 y nos volvió

a encontrar a fines de los 80. Para entonces ella había alcanzado un cargo gerencial en el Banco Central.

Obviamente las mañanas eran dedicadas al estudio, antes de entrar al banco al mediodía. No era un “traga” en el sentido de sólo dedicarme al estudio, por supuesto era un joven con inquietudes políticas, sociales, musicales. Continué en contacto con los egresados del Nacional que se quedaron en el pueblo y que no se fueron a “estudiar afuera”, a alguna de las tradicionales universidades nacionales. Una parte del grupo del quinto año del Nacional tuvo protagonismo político juvenil ya sea en el pueblo como en las ciudades donde estudiaban. Uno de ellos, “Nicky” Povedano murió por la represión, otros se exiliaron.

Mi padre era conservador popular de Vicente Solano Lima y anti radical. Mi madre, apolítica, dedicada al hogar, había quedado huérfana de muy pequeña.

Comencé a incursionar en la formación política con un simpatizan-



te de Abelardo Ramos y su enfoque del socialismo nacional, así me fui acercando al peronismo universitario. Con un roquense 10 años mayor (David "Duvi" Mutchinick) que había tenido militancia política en la FURN en La Plata, un ex seminarista neuquino (el "turco" Jure) y otro neuquino (Daniel Baum) que con la recuperación de la democracia fue diputado y senador nacional, creamos la Línea Estudiantil Nacional, LEN. La primera agrupación estudiantil peronista de la universidad provincial. Luchamos por la nacionalización de la universidad, fuimos protagonistas del "espaldarazo" a Levinsgton en la catedral neuquina, durante el obispado de Jaime De Nevares, y acompañamos la histórica huelga del Chocón. Era un "jetón" universitario (aquél que hacía discursos). Se logró la nacionalización de la universidad a partir de la fusión de un instituto superior de General Roca y la universidad provincial. Se creaba la Universidad Nacional de Comahue (UNCO). Allí concluí los estudios de grado. Sobre la historia de la UNCO y las luchas sociales de la época en la región puede consultarse a Barbieri (1998) y Echenique (2018).

Al finalizar los estudios, la UNCO me otorgó una beca para estudiar un posgrado en la Universidad Nacional del Sur, en Bahía Blanca, en economía y planificación regional. Renuncié al trabajo bancario, no sin antes haber sido uno de los fundadores de la Asociación Sindical Bancaria.

El posgrado tenía el patrocinio del ILPES y de la Universidad de Grenoble, y la dedicación era *full time*. Para entonces la carrera de economía política de la UNS era de las mejores del país. Tuve el privilegio de haber tenido profesores de la talla de los rosarinos Horacio Ciarfardini y Carlos Chrestía, José Luis

Coraggio, Enrique Melchior, Héctor Pistonesi, Carlos Barrera, Héctor Gambarotta, el uruguayo Danilo Astori y profesores de Grenoble. Resultó un salto cualitativo en mi formación académica. La intensidad de ese año en términos comparativos y a la distancia superó con creces las actuales maestrías en ciencias sociales de Argentina. Me gradué de "Experto en Economía y Planificación Regional".

La militancia política se trasladó a Bahía Blanca, en el Peronismo de Base (PB), cuyo origen se remonta a la resistencia peronista y al pensamiento de John W. Cooke, con sus expresiones sindicales de la CGT de los Argentinos. En la militancia en Bahía conocí a Marta, mi compañera, reginense, hija del segundo afiliado al peronismo de Río Negro, el "Cholo" Borda. De formación cristiana con fuerte trabajo militante barrial. Estudiante de ingeniería química.

Volví a la UNCO a principios de 1973 como auxiliar de docencia, compromiso derivado de la beca recibida. Marta continuaba sus estudios ahora en Neuquén: el profesorado en química.

La primavera democrática del 73 y 74 fue breve e intensa.

La UNCO era conducida por Roberto Domecq, economista con especialidad en desarrollo regional. Mi inserción en la vida universitaria coincidió con la presencia de los destacados educadores: Juan Carlos Tedesco, Juan Carlos Geneiro (ambos fallecidos recientemente) y Augusto Pérez Lindo; y los economistas Carlos Izurieta, José Kuletz y Alberto Federico. Ni Marta ni yo continuamos siendo militantes universitarios, nos dedicábamos a la militancia política barrial y sindical. Marta fue la coordinadora de la Campaña de

Reactivación Educativa del Adulto (CREAR), el programa de alfabetización lanzado por Jorge Taiana, Ministro de Educación y luego la delegada provincial de la Dirección Nacional Educativa del Adulto (DINEA), hasta principios de 1975. Para entonces el aire era irrespirable con la gestión de Oscar Ivanissevich (desde agosto de 1974) en el Ministerio de Educación de la Nación.

En el marco de altísimos niveles de violencia política y la triple AAA, en marzo de 1975 más de un centenar de docentes fuimos separados de nuestros cargos docentes. Para entonces ya habíamos padecido el allanamiento de nuestro domicilio y la tortura policial. En julio de 1975 había fallecido nuestro primer hijo (Sebastián). Nuestro compromiso político era tal que en momento alguno se nos pasó por la cabeza irnos del país para continuar la carrera académica en el exterior. En el caso de Marta, nuevamente por razones políticas, discontinuó sus estudios de química. Nos quedamos en el territorio y me dediqué a los oficios. Intenté conseguir trabajo de lo que fuera. Recuerdo que fui rechazado por Martínez Hnos., una casa mayorista, porque debía memorizar 100 artículos. Así que con el amigo y sociólogo Cesar "Chato" Peón (luego exiliado en México previo paso por Cochabamba) montamos una pequeña carpintería. El conocía algo del oficio, yo nunca había agarrado una gubia. Simpáticamente adoptamos el nombre "comercial" de "vamo y vemo...si lo podemos hacer lo hacemos". Encolábamos sillas, cepillábamos puertas, hacíamos bibliotecas y aprendimos el oficio de tornear la madera, que nos enseñara un joven trabajador chileno (conservo los tarritos torneados para guardar especias que le hice a mi madre). Varias familias de clase media con hijos y amigos de nuestra edad nos contrataban para esos trabajos.

Dos anécdotas, el pediatra Julio Ruiz nos llamaba para cepillar puertas, pero el real motivo era sentarnos a conversar sobre la revolución cultural china. O la madre de una profesora colega (exilada primero en Brasil y luego profesora en Canadá), nos pedía que encoláramos las sillas del comedor donde compartía el juego de canasta con sus amigas. Claro a veces las sillas no estaban bien encoladas, pero ella decía que el trabajo había sido hecho por “dos profesionales”.

“Chato” Peón terminó yéndose del país, mientras que yo con las máquinas manuales continué haciendo trabajos menores de carpintería, incursioné también en la pintura (barnizado de persianas de madera), hasta que a lo tumbos, un amigo y compañero peronista me enseñó el oficio de cerrajero. Nos fuimos a Villa Regina, la ciudad natal de Marta y en el local de la peluquería de su madre hice una divisoria de madera, abrimos una puerta ventana del frente con un militante obrero de la construcción, e instalé la cerrajería “La llave rota”.

Pensábamos que no nos perseguirían, pero nos equivocamos. Sobre todo Marta, ya que de los 24 delegados de DINEA muy pocos sobrevivieron.

## ■ EL EXILIO

En setiembre de 1976 con Néstor Spángaro, abogado, ex decano de la Facultad de Ciencias Sociales de la UNCO de Roca y el antropólogo “Pachín” Cerutti, salimos del país, vía Cochabamba con destino final Caracas, sin visa de ingreso. De Cochabamba a La Paz y luego a Lima, procurando obtener la visa a Venezuela y en el ínterin buscando algún conchabo. Tenía la expectativa de tener trabajo en la Universidad de Maracaibo en el estado de Zulia.

Ante la imposibilidad de ingresar a Venezuela, logramos negociar en una agencia de viaje la modificación del itinerario de un pasaje comprado a crédito. Los compañeros de viaje continuaron directamente a México y yo haría escalas en Bogotá y San José de Costa Rica con destino final México DF. No tuve suerte en la Javeriana en Bogotá y continué a Costa Rica donde estaban dos compañeros de estudio del posgrado de Bahía Blanca que eran expertos del PNUD y llegué a ese país donde finalmente me quedé durante 8 años, hasta mi regreso a Argentina en setiembre de 1984. Me alojé en una casa/departamento de otro exilado, en una callecita llena de exilados chilenos y argentinos, que denominamos “el ghetto”. Para entonces Marta estaba escondida en algún lugar de Argentina.

La búsqueda de trabajo no fue sencilla, no conocía el idiosincrático “ni”, que significa “ni si, ni no”. En cada búsqueda laboral me “comía el amague”: creía que había conseguido trabajo. Hasta que finalmente conseguí el primer trabajo en la Confederación Superior Universitaria Centroamericana (CSUCA), que por entonces estaba dirigida por el exilado escritor nicaragüense Sergio Ramírez Mercado, para procesar una encuesta sobre la agroindustria costarricense y el respectivo análisis de los datos, por 200 dólares. El trabajo fue publicado en la revista de investigación del CSUCA (Del Bello 1976). Finalmente conseguí un trabajo estable en el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). Me incorporé a la Escuela de Ciencias Políticas de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Costa Rica (UCR) con una dedicación simple como docente visitante en asignaturas sobre planificación económica. Marta llegó en noviembre a San José y ambos fuimos alojados por un matrimonio chileno exiliado en 1973 con

el golpe pinochetista. Luego alquilamos en la callecita “el ghetto”. Surgió la posibilidad de hacer el doctorado en la Universidad de Lovaina así que estudiaba francés, mientras Marta, embarazada, comenzó a dictar clases como maestra en una escuela rural y reiniciaba los estudios de química en la UCR. En marzo de 1978 nació nuestro segundo hijo, Marcos Julián. No conseguí la beca para el doctorado. El aprendizaje del oficio de carpintero me permitió hacer el mobiliario de la casa: mesa y sillas, cama matrimonial, cuna, etc. Luego pasé a la dirección de planificación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), el “Tec”, y continuaba dando clases en la UCR. Hasta que conocí a Daniel Chudnovsky, economista argentino especializado en temas de tecnología e inversión extranjera, que trabajaba en la División de Tecnología de la UNCTAD en Ginebra, cuando vino a dictar un seminario a San José. Entonces me encargó un estudio sobre la industria farmacéutica costarricense y la política nacional de medicamentos y propiedad intelectual, trabajo que fuera publicado por la UNCTAD en todos los idiomas de las Naciones Unidas (Del Bello 1978). Luego hice una breve estadía en Ginebra, con Chudnovsky y el director de la División de Tecnología el indio Surendra Pattel. Iniciaba mi formación académica en investigación en ciencia y tecnología. Con otros dos argentinos, los abogados Carlos Correa (que luego fuera Subsecretario en la gestión de Manuel Sadosky en la SECYT) y Eduardo White trabajamos para cambiar la ley de patentes de invención de Costa Rica, cosa que logramos pese a la crítica de las transnacionales farmacéuticas (Del Bello 1989). Los idearios revolucionarios estaban intactos, por lo que colaboramos desde Costa Rica con la revolución sandinista. Participamos en la creación del Centro de Residentes Argentinos que nucleaba

a los exilados y confrontamos con el embajador argentino de Rafael Videla, el correntino pseudo demócrata José Antonio Romero Feris.

En un proceso evolutivo de práctica profesional, investigación científica y docencia universitaria, fui creciendo en términos académicos. Fui convocado para integrar la dirección de planificación científica y tecnológica de la Oficina Nacional de Planificación (OFIPLAN) de Costa Rica, dejé el Tec y con el tiempo me transformé en el Director del área. Ya tenía residencia definitiva. Representé a Costa Rica en la Comisión Centroamericana de Ciencia y Tecnología (CETECAP), que contaba con el apoyo de la OEA. Negociamos un programa con el PNUD de Política Científica y Tecnológica, el "COS 81", cuyo núcleo duro fueron estudios e investigaciones sobre desarrollo científico y tecnológico y políticas públicas en Ciencia y Tecnología (CyT), bajo mi dirección. A su vez continué cooperando con el CSUCA, ahora con el nicaragüense exilado Carlos Tünnermann también en el área de ciencia y tecnología, quien luego fuera Ministro de Educación del gobierno sandinista de Daniel Ortega y Ramírez Mercado. Colaboré con el Ministro de Planificación, el comandante Modesto Ruiz, luego que triunfara la revolución sandinista en 1979.

En paralelo continuaba mi formación profesional en política científica y tecnológica a través de cursos cortos en Costa Rica y otros países. Así fue como me conecté en Bogotá con el chileno Iván Lavados, por entonces director del CINDA (Centro Interuniversitario de Desarrollo). Una nueva área de estudios y acción fue la "vinculación tecnológica". Creamos el área de vinculación tecnológica en la Secretaría de Investigación de la UCR por entonces a cargo del científico Luis Maca-

ya, que años más tarde fuera electo Rector de la Universidad.

Con un grupo de jóvenes economistas, por cierto brillantes, abrimos la carrera de economía en la recientemente creada Universidad Nacional de Costa Rica en Heredia. Carlos Izurieta, el argentino con quien compartí la primavera del 73/74 en la UNCO y los costarricenses Rebeca Grynspan, Leonardo Garnier, Saúl Weisleder, Fernando Herrero, quienes con el tiempo fueron más tarde ministros de hacienda y educación y funcionarios de organismos internacionales. Con Carlos Izurieta dábamos clase de economía marxista (particularmente sobre "*El Capital*", de Carlos Marx, yo enseñaba sobre la reproducción ampliada del capital), en el área de Historia del Pensamiento Económico, así como Teoría Clásica del Imperialismo y Teoría de la Dependencia.

Para marzo de 1982 nació nuestra hija, Carolina. Ya había pasado la posibilidad de realizar los estudios de doctorado y Marta se graduaba de Licenciada en Química, con orientación industrial y físico química.

En 1980, la Asociación de Estudiantes de Ciencias Políticas de la UNCR me distinguía con el diploma de "Honor al Mérito", por la valiosa colaboración a la Escuela de Ciencias Políticas.

La recuperación de la democracia en diciembre de 1983 fue el llamado para retornar al país, y "empezar de nuevo". Durante los ocho años de exilio, volví clandestino por dos días a ver a mis padres en General Roca, vía Chile. Mi padre era entonces un militante de la APDH, comprometido en la defensa de los derechos humanos.

#### ■ EL RETORNO. LA SECYT, EL CISEA Y EL CEI

Formamos parte del colectivo de repatriados por ACNUR (Alto Comisionado de Naciones Unidas para los Refugiados). Volví al país en el marco de la política de retorno de científicos en el extranjero en la gestión de Manuel Sadosky, en la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECYT) durante la presidencia de Raúl Alfonsín. Me inserté en la Subsecretaría de Desarrollo e Informática (SID) que conducía Carlos Correa en la SECYT y simultáneamente con una beca de



**Figura:** Con Eduardo Jacobs, Felipe Solá y Felix Cirio.

investigación del IDRC (*International Development Research Centre*) ingresé al Centro de Investigaciones Sociales sobre el Estado y la Administración (CISEA) que conducía Jorge Schvarzer, al equipo de investigación que estudiaba las transformaciones en el agro pampeano, liderado por Martín Piñeiro y Eduardo Trigo. El grupo de investigación contaba con muy buenos profesionales: Osvaldo Barsky, Roberto Martínez Nogueira, Edith de Obschatko, Marta Gutiérrez, Felipe Solá, Félix Cirio, Néstor Huici, Ignacio Llovet y Eduardo Jacobs. Las publicaciones de mi autoría o en coautoría fueron: Del Bello (1986a); Obschatko de y Del Bello (1986b); Del Bello y Gutiérrez (1987); Del Bello (1988a). Años más tarde y como continuidad de esta línea de investigación publiqué Del Bello (1991).

Fui docente en un posgrado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UBA sobre cambio tecnológico en la industria de la construcción, pero renuncié ante la "copia" de estudiantes y la inacción del decanato de la Facultad ante dicho suceso.

Con Carlos Correa hicimos varios trabajos sobre transferencia de tecnología, uno de ellos para el Instituto para la Integración de América Latina del BID, una guía para empresas latinoamericanas sobre contratación de tecnología extranjera (INTAL, 1986). Para INTAL también hice otros trabajos (Del Bello 1985). Investigué sobre contratos de transferencia internacional de tecnología durante el proceso militar, las políticas de patentes de invención, la vinculación tecnológica y la difusión de tecnologías informáticas en sectores de la producción de bienes y servicios, casi todos en el marco de la edición de una Serie de Estudios que creó Carlos Correa.<sup>1</sup>

En la SECYT conocí a la Dra. Rebeca Guber, con quien a partir de entonces desarrollamos una estrecha amistad y trabajamos juntos por muchos años. Me acompañó en la Secretaría de Políticas Universitarias, la Secretaría de Ciencia y Tecnología y el INDEC.

En 1986 se normalizó la UNCO. El gobierno alfonsinista había reincorporado a los docentes cesanteados, en el marco de la ley 23.068 que contempló la situación del personal cesanteadado, prescindido u obligado a renunciar por motivos políticos, gremiales o conexos. Si bien había sido reincorporado a la UNCO, no había tomado posesión del cargo dado que me había instalado en Buenos Aires. Entonces, a un grupo de docentes de la UNCO se le ocurrió postularme como candidato a Rector. Fui objetado por la Franja Morada porque no era profesor. Por cierto, había sido auxiliar de docencia en esa universidad durante 2 años y mi trayectoria como profesor se desarrolló durante 8 años continuos en Costa Rica. El proceso electoral se politizó y mi candidatura fue finalmente legitimada. Salí segundo en la votación, detrás del físico políticamente independiente del Centro Atómico Bariloche, Oscar Bressán. El candidato de la Franja Morada salió tercero. Fue un intento fallido de retorno al pago.

En 1987/1988 me postulé a la carrera del investigador científico del CONICET, sin director, proponiendo como tema de investigación el desarrollo y la transferencia de tecnología en el agro pampeano, en línea con las investigaciones aplicadas en el campo de la economía de la innovación tecnológica, y como continuidad de los trabajos desarrollados en el CISEA. La subcomisión disciplinaria -con la participación de Miguel Teubal- recomendó el ingreso a la carrera con "categoría de adjunto

sin director", pero la comisión de la gran área de ciencias sociales propuso "adjunto con director". Rechacé entonces esa categoría. No seguí el consejo del Presidente del CONICET, Carlos Abeledo, de ingresar y luego pedir reconsideración. Fiel a mi terco estilo, presenté reconsideración sin aceptar el ingreso en esas condiciones. Nunca me contestaron y fue así que no soy investigador CONICET.

Continuaba con mi doble sombrero de investigador y asesor en política científica y tecnológica. Con Carlos Correa y Rebeca Guber elaboramos el documento de *Lineamientos de Política Científica y Tecnológica* ("libro verde"). A su vez, fui asesor del INTA, convocado por su Director, el Ing. Agr. Carlos López Saubidet, para la creación de una unidad de articulación tecnológica con el sector industrial y capacitación de profesionales. Por la experiencia desarrollada en Costa Rica y CINDA, formulé el concepto de "unidad de vinculación tecnológica", entendido ya no como el enfoque lineal de la transferencia de tecnología (de la oferta a la demanda), sino como una avenida de doble vía. Estudiamos las áreas de vinculación tecnológica, como la producción de la vacuna antiaftosa oleosa con Laboratorios San Jorge Bagó, la multiplicación de variedades de trigo con la cooperativa PRODUCER, el desarrollo y la producción de maquinaria agrícola. Capacité a profesionales en formulación y negociación de contratos de transferencia de tecnología. Como fruto de esa tarea se creó ARGENINTA, actualmente la unidad de vinculación tecnológica de ese organismo.

Cuando en 1987 le encargan a Daniel Chudnovsky formar el Centro de Economía Internacional (CEI), un instituto de investigación de soporte técnico de la Secretaría



**Figura:** Con Daniel Chudnovsky

de Relaciones Económicas Internacionales de la Cancillería, no dudé y me fui a trabajar con quien fuera mi maestro. Cambiaba mis temas de investigación en el sector agrario, aunque conservaba el eje de mi matriz profesional y académica en economía de la innovación. Me ocupé directamente del área de inversión extranjera y transferencia de tecnología. Como en la época se había firmado un acuerdo asociativo particular con Italia, me dediqué a investigar la economía italiana. Integraron ese grupo de investigación talentosos de la talla de Andrés López, Alfredo Calcagno (h), Alejandra Herrera (hija de Amilcar Herrera) y Amalia Martínez. Entre los trabajos publicados se destaca Del Bello (1988b) y Del Bello (1988c). Con mi maestro escribimos desde entonces varios trabajos: Chudnovsky y Del Bello (1985) y Chudnovsky y Del Bello (1989b).

Por su parte, Marta se incorporaba a la FCEyN de la UBA en el área de química industrial, con Norberto Lencoff.

Nuestra simpatía política con el peronismo me llevó a integrarme a la Fundación Andina que había creado el político mendocino Octavio "Pilo" Bordón, allí conocí a Juan José Llach.

#### ■ LOS NOVENTA: GESTIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS

En 1989 me integré al equipo de gobierno de Carlos Menem en la Secretaría General de la Presidencia, como director nacional, pero no me hallaba en ese lugar así que rápidamente partí al Ministerio de Economía para trabajar con Héctor Gambarotta, uno de mis profesores en la UNS, quien había sido designado Secretario de Coordinación por el Ministro de Economía, Erman González. Ya había dejado el CEI pero hacía trabajos de investigación en la Fundación Andina, casualmente sobre la relación asociativa con Chile. Ello motivó que por el trabajo de investigación que realizaba, el embajador argentino en Chile, Antonio Cafiero, me invitara a pasar unos días en su residencia, para discutir y analizar el documento de mi autoría. Destaco la profundidad de

la lectura de Cafiero. Nos despertábamos temprano para analizar las alternativas de asociatividad económica con Chile. Desde entonces Antonio me invitó a sus masivos festejos de cumpleaños, por cierto muy entretenidos.

En 1990 designaron a Domingo Cavallo al frente de la cartera económica y asumió Juan José Llach como Secretario de Programación Económica, quien me designaría Subsecretario de Estudios Económicos.

Recuperaba entonces la combinación de investigación y política pública que había desarrollado desde el exilio costarricense. El INDEC dependía de la Secretaría, lo que permitía desarrollar también estudios vinculados con la producción estadística. Entre ellos un estudio sobre la pobreza estructural. Lo cierto es que el deterioro del Ministerio era impresionante. La hiperinflación de 1989 y 1990 había dejados también allí sus rastros.

Juan José Llach había sido el autor intelectual de la "convertibilidad", había estudiado las salidas de las hiperinflaciones de posguerra en Europa y su trabajo sobre el tema era publicado en la *Revista Techint*. Fui responsable del informe mensual de coyuntura económica y dirigí los estudios sectoriales de competitividad de la economía argentina que habían sido encargados a la CEPAL (a cargo de Bernardo Kosacoff) y expertos en sectores y regiones. Me sentía como pez en el agua: enfocado en la economía de la innovación desarrollábamos investigaciones sobre la competitividad de la economía argentina.

Antes de asumir la Subsecretaría de Estudios Económicos, me había convocado el Ing. Jorge Rodríguez, presidente de la Comisión de Educación de la Cámara de Diputados

de la Nación, para conversar sobre la idea de presentar un proyecto de ley de fomento a la innovación tecnológica. Jorge Rodríguez había sido investigador del INTA, doctorado en EEUU y alumno mío en un curso de capacitación profesional en vinculación y transferencia de tecnología. Colaboré con la elaboración del proyecto que finalmente fue sancionado y promulgado como Ley 23.877 de Promoción y Fomento a la Innovación Tecnológica. Se establecían entonces por ley las unidades de vinculación tecnológica y se fomentaba la innovación en el sector privado mediante incentivos económicos (fiscales y financieros).

Con J. J. Llach compartíamos el enfoque que el programa de convertibilidad se podía sostener siempre que aumentara la competitividad de la economía, para lo cual la innovación tecnológica era una herramienta indispensable. El área de Ciencia y Tecnología era conducida por el Dr. Raúl Matera, neurocirujano de larga trayectoria política en el peronismo. Por su jerarquía el área pasó a depender de Presidencia de la Nación. Matera reincorporaba a la gestión en la SECYT y en el CONICET a científicos que habían sido parte de las gestiones de la dictadura. Entre ellos, y al frente del CONICET, a Bernabé Quartino, quien fuera delegado en la intervención de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA después de la noche de los bastones largos y Rector de la UBA durante la presidencia del general Agustín Lanusse. Se producía así una "contra reforma" en el CONICET, hechos sobre los que dimos cuenta en una publicación (Del Bello 2007a) en la que también participó Carlos Abeledo.

En ese contexto, con Llach negociamos un préstamo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para promover la modernización

tecnológica del aparato productivo, que se denominó Programa de Modernización Tecnológica (PMT) y que diera inicio a una seguidilla de nuevos tramos de esa línea de crédito. El énfasis estaba puesto en los incentivos económicos a las empresas, a través de créditos concesionales (tasas de interés inferiores a las del mercado y amplios períodos de gracia) y créditos de recupero contingente, para lo cual creamos el Fondo Tecnológico Argentino (FON-TAR) en jurisdicción de la Secretaría de Programación Económica. Sin duda esto incomodó a Matera, que veía "birlada" la secuencia de créditos del BID para Ciencia y Tecnología: el BID I durante el proceso militar para la creación de los centros regionales (CRIBABB, CERIDE, CRICYT, CENPAT y CADIC) y el BID II de la gestión de Alfonsín cuyo eje central fue el financiamiento de proyectos de investigación científica mediante convocatorias públicas, desandando el camino de transformar al CONICET en un conjunto de institutos de investigación.

Auspiciado por la Fundación Garfunkel, en diciembre de 1992 fui invitado a hacer una pasantía de tres meses en el *San Anthony College* de la Universidad de Oxford. El programa de convertibilidad empezaba a cruzir, varios del equipo económico planteábamos establecer una convertibilidad sobre una canasta de monedas (incluido el Real), por lo que la pertenencia al equipo económico se tornaba incómoda e insostenible.

En 1992 había asumido el Ing. Jorge Rodríguez el Ministerio de Educación de la Nación en reemplazo de Antonio Salonia, y a mediados de 1993 Rodríguez me convoca a organizar una nueva secretaría ministerial: la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU).

Las universidades son el *locus* natural de la investigación científica. Habían transcurrido 9 años de mi regreso al país y no me había insertado como docente en la UBA, salvo el corto período en el posgrado de la FADU. De manera continua durante 2 años en Argentina y 8 en Costa Rica había sido docente universitario. Dejé el Ministerio de Economía y asumí el desafío de diseñar y gestionar la política universitaria, "prima hermana" de la política científica.

Una amplia literatura da cuenta de la política activa desarrollada, con críticas y elogios según la posición ideológica. Fanelli (2005) caracterizó la etapa como "un período de reforma intenso y veloz, con amplitud del espectro de medidas, que planteó la ruptura con el modelo de estado benevolente y con gran capacidad de liderazgo". Rebeca Guber, Carlos Marquis, Víctor Sigal, Eduardo Sánchez Martínez, Eduardo Mundet, Emilio Fermín Mignone, Osvaldo Barsky, César Peón, Héctor Gertel y José Delfino, entre otros, fueron protagonistas de esa gestión, así como el grupo de técnicos que habían colaborado con Jorge Rodríguez en la Ley 23.877, como Conrado González y José Pagés. Cabe destacar también la Comisión Asesora para la Educación Superior, que integraron Carlos Floria, Juan Carlos Tedesco, Emilio Tenti Fanfani, Fernando Martínez Paz, José Luis de Imaz, José Luis Cantini y Juan Carlos Agulla.

El nuevo enfoque de política universitaria tuvo como ejes: la cultura de la evaluación para el mejoramiento de la calidad, la promoción de la investigación universitaria para desarrollar un modelo universitario más *humboldtiano*, la derogación de las normas regulatorias universitarias de la dictadura, la creación de nuevas universidades en el conur-

bano bonaerense y la ampliación de los alcances de la autonomía y autarquía universitaria. Fruto de esa gestión fue la creación del Fondo para el Mejoramiento de la Calidad (FOMEC), el sistema de información universitaria y la realización del primer censo nacional de estudiantes, el programa de incentivos a los docentes investigadores, la creación de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CO-NEAU) y previo a ella la Comisión de Acreditación de Posgrados (CAP), el financiamiento de las universidades bajo el enfoque de asignación de una suma global (*block grant*) lo que aseguraba la efectiva autarquía y el desarrollo de una modelo de distribución presupuestaria entre instituciones, así como el financiamiento “*target oriented*” siguiendo la experiencia de Mitterrand en Francia con los contratos programa.

En octubre de 1998 realizábamos el Foro UNESCO: “Mujeres, Ciencia y Tecnología”, en San Carlos de Bariloche, en el que participaron más de 200 mujeres, como reunión preparatoria del Congreso Mundial de Ciencias que se llevó a cabo en 1999 en Budapest. Las principales recomendaciones del Foro fueron: promover la equidad de género en el desarrollo profesional, fomentar la educación no sexista en CyT, propender a la vinculación entre científicas, tecnólogas y empresarias, y fortalecer las políticas y programas de equidad de género a nivel regional y nacional. Cabe advertir que este Foro se realizó veintidós años antes que la cuestión de género alcanzara la visibilidad que hoy tiene.

Finalmente la elaboración, negociación y sanción de la Ley de Educación Superior 24.521 en 1995, todavía vigente con tres modificaciones parciales desde entonces, entre las más importantes la última de 2015 sobre gratuidad e ingreso

irrestricto. Esos resultados fueron soportados económicamente por un préstamo sectorial del Banco Mundial: el Programa de Reforma de la Educación Superior (PRES). El Programa contó con asesores internacionales prestigiosos como Jean Claude Martin, profesor emérito y ex Presidente de la Universidad de Toulouse y Lauritz Von Nielsen, danés que años después fuera elegido Rector de la Universidad de Aarhus, una de las universidades europeas más innovadoras analizadas por Burton Clark. Una exposición resumida se presenta en Del Bello (1994).

En 1996 volví al Ministerio de Economía nuevamente con Juan J. Llach como Subsecretario de Inversión Pública, a cargo del fondo de preinversión y plan nacional de inversión pública, y la negociación de préstamos sectoriales con los organismos internacionales de crédito. Habían transcurrido menos de 6 meses y el Ing. Jorge Rodríguez fue designado Jefe de Gabinete de Ministros y en su reemplazo en Educación es designada la entonces Secretaria de Educación, la socióloga Susana Decibe. Es el momento de la denominada “segunda reforma del Estado”, y en ese marco soy convocado para la reforma del sector de Ciencia y Tecnología.

Ya no era entonces un investigador activo, sino un “*policy makers*”. Asumí la Secretaría de Ciencia y Tecnología. Acepté, con la condición de ejercer simultáneamente la intervención del CONICET. Ejercía la presidencia del CONICET el Dr. Florencio Aceñolaza, geólogo e investigador superior del CONICET, ex diputado nacional por el peronismo de Tucumán. Era Secretario el cardiócirujano Domingo Liotta quien había asumido la SECYT luego del fallecimiento de Raúl Matera. No obstante que el Dr. Aceñolaza conducía un nuevo directorio del CO-

NICET, parcialmente diferente en su composición ideológica que el de 1989/1990, estimé imprescindible que la reforma del área incluyera la intervención de ese organismo nacional de CyT. Cabe señalar que Florencio Aceñolaza aceptó la intervención con hidalguía, desde entonces nos une un reconocimiento y mutuo respeto.

La reforma del área se desplegó a partir del consenso alcanzado por más de un centenar de científicos, tecnólogos y especialistas en política científica y tecnológica, que fueron convocados a ese efecto. Se trabajó en seis comisiones, coordinadas por Mario Albornoz, Conrado Varotto, Patricio Garrahan, Daniel Chudnovsky, Juan Carlos Agulla y Daniel Bess. También se contó con la asistencia de expertos de España, Corea del Sur y EEUU. Las conclusiones fueron publicadas en el documento *Bases para la discusión de una política en ciencia, y tecnología*, el “libro blanco” (SECYT, 1996).

Nuevamente fueron otros tres años intensos en la gestión de la política pública en CyT: se creó la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), transfiriéndose el FONTAR a la nueva Agencia al mismo tiempo que se creaba el FONCYT (Fondo para Investigación Científica y Tecnológica). Luego de seis meses de intervención en el que se reanudó la apertura de la carrera del investigador científico con un sistema no basado exclusivamente en el orden meritocrático nacional, sino con un enfoque que sin negar el principio del mérito incluía también el desarrollo regional equilibrado (“mérito y pertinencia”, siguiendo a Patricio Garrahan), se democratiza el CONICET y se lo reorganiza con un enfoque de gestión más gerencial, a través del Decreto 1661/96. La estructura actual de go-

bierno del CONICET fue la diseñada y desarrollada en esa época.

Al concluir el período de intervención, asumieron los directores electos. La SECYT con la ANPCyT asumían la gestión del Programa de Modernización Tecnológica que era trasladado desde el Ministerio de Economía a la SECyT al igual que el FONTAR. Ello ocurrió renegociación mediante con el BID, que fue posible por mi experiencia previa en la SPU y en la Subsecretaría de Inversión Pública, en cuanto a negociación con organismos internacionales. Con el INDEC hicimos la primera encuesta manufacturera sobre innovación tecnológica en 1998. Asimismo, se recuperó la historia de los planes de CyT, cuya única versión había sido el Plan de 1972, elaborado por la SECONACyT, en el marco de los planes de desarrollo que formulara el CONADE. Se elaboraron entonces los Planes Plurianuales de Ciencia y Tecnología que desde 1998 han tenido continuidad. También se inició la evaluación externa de los organismos

nacionales de ciencia y tecnología, con las evaluaciones del ANLIS y el INTI. Un análisis de los cambios institucionales los presentan Chudnovsky (1999), Aguiar y col. (2018).

En 1998 recibí la distinción como Personalidad Pública Destacada-Premio Hecho en Argentina,

por parte de la Confederación General de la Industria. En ese mismo año el Presidente de Brasil, Fernando Enrique Cardoso, me distinguió con la *Ordem Nacional do Cruzeiro do Sul*, en grado de Gran Oficial, por las contribuciones a la integración científica y tecnológica entre Brasil y Argentina.



**Figura:** Con Rebeca Guber y Marta Borda.



**Figura:** Premio CGI Hecho en Argentina.



Los logros alcanzados resultaron del trabajo de un equipo integrado por Mario Mariscotti (Presidente de la ANPCyT), Carlos Marschoff, Francisco de la Cruz, Isabel Mc Donald, Marta Borda, Mario Parisi, Rebeca Guber, Armando Bertranou, Rodolfo Ugalde, Juan Dellacha, Rodolfo Blasco, Roberto Williams, Norma Hintze, entre otras y otros.

Concluía esta etapa de reforma con la negociación y aprobación del PMT II por parte del BID, cuya ejecución estaría a cargo del nuevo gobierno nacional (Alianza). Dejábamos a la nueva gestión un préstamo de 250 millones de dólares y un fondo fiduciario en el Banco de la Nación Argentina de 250 millones de pesos/dólares.

Otro legado a la próxima gestión: en un contexto de finalización del Gobierno de Menem, elaboré un proyecto de ley del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación que se lo propuse no oficialmente, en la segunda mitad de 1989, al Senador Nacional de la UCR el tucumano Humberto Salum, quien ejercía la presidencia de la Comisión de

CyT del Senado. No obstante, Salum lo tomó como propio y años después en la Presidencia de Fernando de la Rúa y con la participación de la diputada nacional peronista Adriana Puiggrós, en agosto de 2001, se sancionaría la ley 25.467 que establecía el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

En tanto, en las bambalinas del parlamento había contribuido a afianzar en una ley las reformas institucionales de 1996: las instituciones regulatorias del sistema de CTI, como el GACTEC (Gabinete Científico y Tecnológico) que contaba con una comisión asesora integrada por prestigiosos miembros como el Dr. René Favalaro, creado por Decreto 1273/96; el COFECYT (Consejo Federal de CyT) creado por Decreto 1274/96, y el CICYT (Consejo Interinstitucional de CyT), así como la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) que fuera creada por el Decreto 1660 de 1996, en su carácter de agencia de financiamiento de proyectos de investigación e innovación.

## ■ DESDE EL 2000: EL REGRESO PLENO A LA VIDA ACADÉMICA

Concluido el paso de ocho años continuos en la gestión pública, me reinserté en la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), al ganar un concurso de profesor titular regular. Di clases de grado, me integré como investigador en el Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología (IEC), dictando clases en la Maestría de Ciencia, Tecnología y Sociedad, así como participando en tribunales de tesis. Finalmente fui Director de dicha Maestría. Simultáneamente, invitado por Sara Rietti y Carlos Abeledo, fui profesor en la Maestría en Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología de la UBA. Desde entonces dictamos regularmente con Carlos Abeledo un Seminario de Política Científica y Tecnológica.

Dirigí la Universidad Virtual de Quilmes, la primera universidad pública con un amplio desarrollo de la educación virtual. Dos artículos de mi autoría exponen la experiencia de la UVQ, publicados por la UNESCO (Del Bello 2001a) y la OEI (Del Bello 2001b)



**Figura:** Con Armando Bertranou (Presidente CONICET) Susana Decibe (Ministra Educación) Mario Mariscotti (Presidente ANPCYT).

En 2001 el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) me propuso como representante del sistema universitario en la CONEAU. Fui miembro de la Comisión por un período de cuatro años, integrando en representación de la Comisión el equipo de expertos que realizó las evaluaciones externas de la Universidad Nacional de Córdoba, la Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales y la Universidad de Belgrano.

También en ese año me convocó el Ministro de Educación, Hugo Juri, para integrar una Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Educación Superior ("la comisión Juri"), a la que contribuí con escritos.

En enero de 2002, cuando asume la presidencia de la Nación el Dr. Eduardo Duhalde, me integré el equipo económico de esa gestión, conducido por el economista Jorge Remes Lenicov, que propuso la salida del régimen de convertibilidad. No conozco ningún otro economista que haya participado en el inicio y cierre del programa de convertibilidad. A los meses me propusieron el cargo de Director del INDEC. Hicimos la segunda encuesta manufacturera de innovación y el Censo Nacional Agropecuario. Polemicé públicamente con el Ministro Roberto Lavagna, quien sucediera en esa cartera a Jorge Remes, sobre la medición de la pobreza. Cabe destacar que el Presidente Eduardo Duhalde, quien me citó a su despacho en la Casa Rosada para que le explicara los cálculos de medición, respaldó mi posición. Decidí que el INDEC publicara en detalle la metodología de medición.

La disputa técnica y política con Roberto Lavagna implicó mi discontinuidad en la conducción del INDEC al asumir Néstor Kirchner. El derrotero del INDEC desde entonces realmente fue penoso hasta que asu-

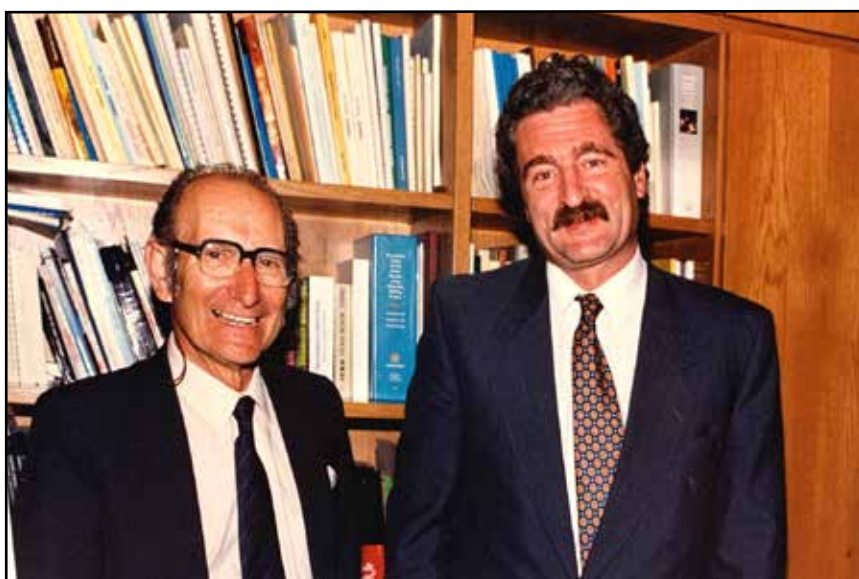
miera Jorge Todesca, ex viceministro de Jorge Remes con Eduardo Duhalde, en 2015. Mi posición sobre la "intervención" del INDEC fue pública y notoria, a través de mi participación en encuentros académicos críticos con Luis Beccaria y Víctor Becker. La revista *Ciencia Hoy* me pidió que escribiera una nota de divulgación científica explicando la medición del Índice de Precios al Consumidor (Del Bello 2007b). El daño causado a las estadísticas de precios (subestimación del IPC) y en consecuencia la sobreestimación del cálculo del PBI en el período fue expuesto en notas de investigadores y medios de comunicación masivos.

Entre mayo de 2003 y diciembre de 2007 fui asesor del Secretario de Ciencia y Técnica, el Ing. Tulio del Bono, quien fuera Rector de la Universidad Nacional de San Juan durante el período que yo ejercí el cargo de Secretario de Políticas Universitarias. Colaboré con él, conduciendo la negociación de los créditos internacionales con el BID (el PMT III) y el primer crédito del Banco Mundial para CyT. Se establecía entonces el FONARSEC, un nuevo fondo para financiar proyectos tec-

nológicos sectoriales de mediana y alta magnitud económica.

Dicté clases de posgrado en la Universidad Torcuato di Tella (UTDT) y en la Universidad de San Andrés (UDES). En esta última universidad, respondí favorablemente a la invitación de Catalina Wainerman para dirigir tesis de doctorado y maestría, e integrar tribunales examinadores de tesis.<sup>2</sup>

Fui invitado por el sociólogo Torcuato Di Tella para integrarme al Consejo de Dirección de la Universidad Torcuato Di Tella, del que fui miembro durante 4 años hasta la inauguración del edificio áulico sobre la Avda. Figueroa Alcorta. Aprendí mucho de la gestión de una universidad privada, compartí ese espacio con el historiador Eduardo Míguez, el cineasta Andrés Di Tella, el abogado Torcuato Sozio, el sociólogo y analista político Manuel Mora y Araujo y empresarios innovadores, preocupados y ocupados por el desarrollo universitario. Asimismo, fui convocado por la Universidad Abierta Interamericana para estructurar la secretaría de investigaciones y también dictar clases de posgrado.



**Figura:** Con Cesar Milstein.

En ese contexto, fui invitado por el Consejo de Rectores de Universidades Privadas para hacer una investigación sobre la universidad privada argentina, cuyos resultados fueron publicados por Libros del Zorzal (Del Bello y col, 2006a)

Asimismo, el Programa Nacional de Docentes Investigadores universitarios me otorgó, en 2009, la Categoría II y, en 2014, la Categoría I.

En todos esos años he sido consultor del BID, BIRF, PNUD, CEPAL y ONUDI en varios países de América Latina y he publicado artículos y capítulos de libros sobre el sistema universitario argentino (Del Bello 2005a, 2005b, 2005c, 2006b; Del Bello y col. 2007a; Del Bello J.C. y Del Bello M.J. 2007b; Del Bello y Giménez 2007c; Del Bello 2012; Giménez y Del Bello 2016), y tam-

bién sobre el sistema nacional de innovación (Del Bello 2006c y 2015).

El 19 de diciembre de 2008 se creó la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), proyecto de ley presentado por el senador rionegrino Miguel Pichetto, quien me convocó para elaborar el estudio de factibilidad. La creación de la UNRN había sido una iniciativa personal en las internas partidarias con Carlos Soria por la gobernación de Río Negro. Por períodos cortos regresaba a mi provincia, Río Negro, desde el regreso al país, en el marco de la militancia política en el peronismo. Fui candidato a vice gobernador por el PJ en 1999, pre candidato a Gobernador en 2002, presidente del Partido Justicialista provincial entre 2003 y 2005, año este último en el que me retiré de la militancia partidaria.

Creada la Universidad, el Ministro de Educación de la Nación, Juan Carlos Tedesco, me propuso como Rector Organizador y Normalizador, asumiendo dicho cargo en febrero de 2008. Protagonista del diseño de la nueva universidad pública en el extenso territorio provincial (200.000 km<sup>2</sup>) y la organización de la casa de altos estudios, fui electo Rector en 2011 y reelecto en 2015 y 2019. Hoy la UNRN cuenta con 11.000 estudiantes, más de 60 carreras de grado, doctorados en ciencias de la tierra y en ciencias sociales, maestrías y especializaciones. En 2020 la UNRN ocupó el noveno lugar del país en el índice Scimago, de investigación, que se construye con base en Scopus. Todas las carreras de interés público están acreditadas por CONEAU. En sólo 12 años de vida académica la UNRN cuenta con 3 institutos de investigación de



**Figura:** Con Egresados UNRN.

doble dependencia con el CONICET y un Centro de Investigación y Transferencia con dicho organismo, además forma parte de la Unidad Integrada de Investigación en el Valle Inferior con el INTA, el Instituto de Desarrollo del Valle Inferior y la Universidad del Comahue. Es una universidad con un enfoque híbrido, profesional y de investigación, con fuerte énfasis en el modelo *humboldtiano*. En carácter de Rector he presidido la Comisión de Ciencia, Tecnología y Arte del CIN, y represento a las universidades patagónicas en el Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología. He sido director y profesor de la Maestría en Ciencia, Tecnología e Innovación, en la Especialización en Management Tecnológico y en la Especialización en Docencia Universitaria, de la UNRN.

En diciembre de 2015 recibí un reconocimiento en mi carácter de Rector por parte de la *Europe Business Assembly de Oxford* y el Club de Rectores de Europa. En 2018, la fundación para la interacción de los sistemas productivo, educativo, científico tecnológico FUNPRECIT, al cumplir su 35° aniversario, me distinguió con el Premio a la Gestión Estratégica en Innovación.

Integro el Centro de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo (CITECDE) de la UNRN, y participo activamente en proyectos de investigación, en carácter de director o codirector. Entre otros, destaco el estudio de la política científica y tecnológica de un grupo seleccionado de países (Nueva Zelanda, Sudáfrica, Chile, Brasil y España), realizado para el MINCYT a partir de la adjudicación del proyecto previa licitación pública (Del Bello J.C. y col. 2016). En este ámbito he contribuido a la formación de investigadores jóvenes como Diego Aguiar, Andrés Niembro y Francisco Aris-



**Figura:** Premio Mejor Rector Regional, Universidad de Oxford.

timuño. Actualmente se encuentra en proceso de publicación en una revista con referato un artículo en coautoría (Niembro A. y col, 2020). Y en el marco de la pandemia COVID 19 escribí un capítulo de un libro que será publicado en Colombia (Del Bello 2020a) y un artículo para la revista de la Universidad Abierta Interamericana (Del Bello 2020b)

En 2020 con Osvaldo Barsky hemos dictado un Seminario sobre Historia del Sistema Universitario Argentino en el Doctorado en Educación Superior Universitario del

consorcio integrado por las Universidades Austral, Río Negro y Abierta Interamericana, continuando con el guión que hicimos en 2018 de la serie documental de trece capítulos producida por el Centro de Producción de Contenidos Audiovisuales de la UNRN, sobre Historia del Sistema Universitario Argentino (HSUA), que difundiera Canal Encuentro ([www.hsua.com.ar](http://www.hsua.com.ar)) ([https://redm.app/\\_sites/hsua.com.ar/](https://redm.app/_sites/hsua.com.ar/)).

## ■ REFLEXIÓN FINAL

En síntesis, desde una perspectiva evolutiva cuyo eje son los temas de innovación, ciencia y tecnología, y educación universitaria, he desarrollado una vida académica y profesional que combinó sinérgicamente la gestión pública, la investigación y la docencia. *Rara avis* ya que no se trata de una trayectoria lineal clásica del investigador científico, con la formación doctoral y posdoctoral. Razones políticas amputaron la linealidad de ese desarrollo. Aprendí haciendo, en inglés *learning by doing*, una expresión clásica que alude al proceso evolutivo de la innovación y el cambio tecnológico en la producción de bienes y servicios. Incansable en la vida cotidiana, siempre me ha motivado el quehacer analítico para la transformación social.

## ■ BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar D., Lugones M., Quiroga J. M. y Aristimuño F. (2018) *Políticas de ciencia, tecnología e innovación en la Argentina de la posdictadura*. Editorial UNRN. 3727-9482
- Barbieri, S. (1998) *Universidad Nacional del Comahue 1972/1997*. Editorial Universitaria EDUCO.
- Chudnovsky D. y Del Bello J.C. (1985) "Posibilidades de cooperación regional entre las industrias de bienes de capital de América Latina". *Serie de Estudios Sectoriales* 37. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 53.
- Chudnovsk D. y Del Bello J.C. (compiladores) (1989b), *Las economías de Argentina e Italia. Situación actual y perspectivas de asociación*. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.
- Chudnovsky D. (1999) "Políticas de ciencia y tecnología y el sistema nacional de innovación en la Argentina". *Revista de la CEPAL* 67.
- Del Bello J. C. (1976) "La agroindustria en Costa Rica". *Revista de Ciencias Sociales* 22.
- Del Bello J. C. (1978) "Technology policies in the pharmaceutical sector in Costa Rica: study". New York: *United Nations Conference on Trade and Development. Secretariat*. 49.
- Del Bello J.C. (1985), "Compras estatales en Centroamerica y el Caribe". *Revista de Integración Latinoamericana* 101.
- Del Bello, J. C. (1986a) "Economía y tecnología del sector de plaguicidas en Argentina". *Centro de Investigaciones Sociales sobre el Estado y la Administración*. CI-SEA. 201.
- Del Bello, J.C. y Gutiérrez, M.B. (1987) *Acuerdos para el desarrollo tecnológico en la agricultura: vinculación entre las instituciones públicas de investigación agronómica y el sector privado*. Buenos Aires: Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola.
- Del Bello J.C. (1988a), "Difusión de plaguicidas y estructura de la oferta. El desafío tecnológico. Lineamientos de estrategia", en Barsky O. y col *La agricultura pampeana. Transformaciones productivas y sociales*. Fondo de Cultura Económica: Buenos Aires.
- Del Bello, J. C. (1988b) *Características estructurales y expansión reciente de la inversión directa italiana en el exterior*. CEI, Centro de Economía Internacional.
- Del Bello, J. C. (1988c) *Perspectivas de las relaciones económicas entre Argentina e Italia a la luz del tratado de asociación particular CEI*, Centro de Economía Internacional.
- Del Bello J.C. (1989) "Modernización de la legislación sobre patentes de invención en una economía centroamericana". *Revista del Derecho Industrial* 17.
- Del Bello J. C. (1991) "Difusión de fertilizantes", en Osvaldo Barsky (editor) y col, *El desarrollo agropecuario pampeano*. INDEC/IICA/INTA. Fondo de Cultura Económica.
- Del Bello J.C. (1994) "Notes on Structural Reform of the University System", en *Argentina the Challenges of modernization*, edited by Joseph S. Tulchin with Allison M. Garland. The Latin American Program at the Woodrow Wilson International Center for Scholars. SR Books. Wilmington, Delaware.
- Del Bello J.C. (2001a), "The virtual university: policy, planning and management challenges. The Quilmes National University: the Argentinian case". UNESCO.
- Del Bello J.C (2001b), *Educación por Internet en Argentina: el caso de la Universidad Virtual de Quilmes*, Madrid
- Del Bello J.C. (2005a) "Propuesta de agenda de política universitaria para el periodo 2004/2019", en *La agenda universitaria: propuestas de políticas públicas para la Argentina*. Colección Educación Superior. Universidad de Palermo.
- Del Bello J.C. (2005b) con la colaboración de Eduardo Mundet,

- “Alternativas para facilitar la movilidad de estudiantes, egresados y docentes en el sistema universitario de América Latina”, en *Los desafíos de la universidad argentina*. Universidad de Belgrano y Siglo XXI: Buenos Aires.
- Del Bello J.C. (2005c) “Pensar el código genético de la universidad argentina”, en *La universidad argentina en el cambio de siglo*. UNSAM y Jorge Baudino Ediciones: Buenos Aires.
- Del Bello J.C., Barsky O. y Giménez G. (2006a) *Las universidades privadas argentinas. Cincuenta años de historia*. Consejo de Rectores de Universidades Privadas. Libros del Zorzal. Buenos Aires.
- Del Bello J.C. (2006b) “La educación superior agropecuaria y agroalimentaria”, en Llach J. J., *El campo, las agroindustrias y su gente en la sociedad del conocimiento. La educación rural, agropecuaria y agroindustrial de nivel primario, medio y superior*. Foro de la Cadena Agroindustrial: Buenos Aires.
- Del Bello, J. C. (2006c) “Instrumentos de financiamiento y el Sistema Nacional de Innovación, con particular énfasis sobre el financiamiento de la innovación tecnológica”. En *Desafíos de los sistemas nacionales de innovación. Innovación para el crecimiento socioeconómico y el desarrollo sostenible*, Brasil: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).
- Del Bello J.C. (2007a), “Contrarreforma (1990/1996) y cambios en el CONICET a partir de 1966”. En *Seminario ruptura y reconstrucción de la ciencia*, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología: Buenos Aires.
- Del Bello J.C. (2007b) “El INDEC y el Índice de Precios al Consumidor. La visión de la práctica”. *Revista Ciencia Hoy* 17 (102).
- Del Bello, J. C., Corengia, A., Durand, J. C., Pita, M. (2007a) “Estudios del impacto de las políticas de evaluación y acreditación universitaria. Aproximación a una discusión bibliográfica”. En *V Encuentro Nacional y II Latinoamericano La universidad como objeto de investigación: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*.
- Del Bello, J. C. y Del Bello, M. J., (2007b) “Crisis del autogobierno universitario”. En *V Encuentro Nacional y II Latinoamericano La universidad como objeto de investigación: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*.
- Del Bello, J. C. y Giménez, G. (2007c) “Mitos y realidades de la privatización de la educación universitaria en Latinoamérica”. En *Sociedad Argentina de Estudios Comparados en Educación (SAECE)*.
- Del Bello J.C. (2012), *La política de financiamiento estatal del sistema universitario argentino: planificación, funcionamiento real y una agenda de temas pendientes*, en San Martín (editora) y col. Colección de Educación Superior- Universidad de Palermo: Buenos Aires.
- Del Bello J.C. (2015), “Argentina: experiencias de transformación de la institucionalidad pública de apoyo a la innovación y al desarrollo tecnológico”, en Rivas G. y Rovira S. (editores) *Nuevas instituciones para la innovación en América Latina*. Documentos de Proyectos Nº 601 Santiago de Chile.
- Del Bello, J. C., Quiroga, J. M., Versino, M., Lugones, M., Abeledo, C., Aristimuño, F., Niembro, A., Roca, A., Aguiar, D., Senejko, M. P. (2016) *Informe Final: Análisis de la evolución reciente de las políticas, instrumentos e instituciones de ciencia, tecnología e innovación (CTI) en Brasil, Chile, Nueva Zelanda, Sudáfrica y España. Reflexiones y lecciones para Argentina*. CIECTI. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Buenos Aires.
- Del Bello J.C. (2020a), “Gobernanza universitaria en época de pandemia. El caso de la Universidad Nacional de Río Negro”. Capítulo de libro sobre gobernanza universitaria en publicación por la Universidad de Santo Tomás de Colombia.
- Del Bello, J. C. (2020b) “Lecciones de la educación universitaria en tiempos del COVID-19”. *Debate Universitario - Revista Académica Electrónica Semestral*, 8 (16). Universidad Abierta Interamericana. Buenos Aires
- Echenique, J. (2018) *Los conflictos sociales en el Comahue (1966/1976)*, Editorial universitaria EDUCO.
- Fanelli A. (2005), *Universidad, organización e Incentivos. Desafío de la política de financiamiento frente a la complejidad institucional*. Miño y Dávila-Fundación OSDE.
- Giménez, G. y Del Bello J. C. (2016) “La Ley 24.521 de Educación Superior. Su impacto modernizante y la necesaria nueva agenda de política pública universitaria”. *Debate Universitario - Revista Académica Electrónica Semes-*

tral. Universidad Abierta Interamericana. Buenos Aires

*agricultura pampeana*. Centro de Investigaciones Sociales.

*nologías informáticas y electrónicas en el sector agropecuario*". SID N° 7; "Difusión de la informática en el sistema financiero argentino". SID N° 17. En 1987: "Comercio exterior de bienes informáticos en América Latina". 154 p. y "Producción y comercio de software en la Argentina". 80 p.

INTAL (1986) *Manual para la transferencia de tecnología entre empresas latinoamericanas*. Cooperación Empresarial-Mauales\_ Buenos Aires.

SECYT (1996), "Bases para la discusión de una política de ciencia y tecnología". Secretaría de Ciencia y Tecnología, Buenos Aires.

Niembro A., Aristimuño F. y Del Bello J.C. (2020), *Federalización e ingresos de los investigadores a CONICET en 2019 y 2020: ¿del dicho al hecho hay mucho trecho?* (en publicación).

Obschatko, E. S. de y Del Bello, J. C. (1986b) *Tendencias productivas y estrategia tecnológica para la*

#### ■ NOTAS

<sup>1</sup> Los trabajos de mi autoría de la Serie de Estudios en 1986 fueron los siguientes: "Transferencia de tecnologías informáticas", en colaboración con Correa C. SID N° 1; "Guía sobre contratos de vinculación tecnológica entre centros de investigación y empresas". SID N° 6; "Difusión de tec-

<sup>2</sup> Dirigí las tesis de doctorado de Soledad Álvarez de Campos, Ariana de Vincenzi y Angela Corengia, e integré varios tribunales de tesis de maestría y doctorado (Ana María Mas, María Genoveva Mujica, Angela Corengia, Rodolfo De Vincenzi). También dirigí la tesis de maestría de Marcela Rizzo.

## FÉLIX MIRABEL

por Luis Felipe Rodríguez



Félix Mirabel nació en Montevideo, Uruguay, ciudad donde cursó sus primeros estudios. Posteriormente se trasladó a Buenos Aires, donde obtuvo la Licenciatura en Filosofía en la Universidad de Buenos Aires y en 1975 el Doctorado en Astronomía en la Universidad Nacional de La Plata. A través de los años ha trabajado en Argentina, Gran Bretaña, los Estados Unidos, Francia y Chile.

Ha realizado aportaciones fundamentales en varias áreas de la astronomía, entre las que se destacan el descubrimiento y análisis de las galaxias infrarrojas ultraluminosas y de los microcuásares. En cada uno de estos dos temas fue invitado a publicar artículos de reseña en el prestigioso volumen anual del *Annual Reviews of Astronomy and Astrophysics*. Pocos astrónomos han sido invitados en dos ocasiones a participar en esta colección anual de reseñas.

Las galaxias infrarrojas ultraluminosas son resultado de interacciones o fusiones de dos galaxias que concentran el contenido molecular de las galaxias en sus centros y propician intensos brotes de formación estelar así como acreción a los hoyos negros supermasivos que existen en los núcleos galácticos. Por otro lado, los microcuásares son sistemas binarios en los que una de las estrellas se ha transformado en hoyo negro y acreta de su compañera. Estos sistemas imitan en pequeña escala los fenómenos que caracterizan a los hoyos negros supermasivos: un hoyo negro con rotación, un disco de acreción muy luminoso y chorros relativistas que se detectan en el radio.

Su especialidad es la radioastronomía, pero en sus estudios ha utilizado observaciones de todas las ventanas del espectro electromagnético, así como la interpretación

teórica de las mismas. De acuerdo a Google Scholar, sus trabajos han recibido más de 25,000 referencias en la literatura especializada.

Ha recibido diversas distinciones, entre las que se destacan el Premio Bruno Rossi que otorga la División de Altas Energías de la Sociedad Astronómica Americana, el Gran Premio Deslandres de la Academia de Ciencias de Francia, el Premio Nacional en Ciencias de la Comisión de Energía Atómica de Francia, el Premio Houssay a la Trayectoria en Ciencia y Tecnología en Argentina, y el Doctorado Honoris Causa de la Universidad de Barcelona.



# EXPLORACIONES DEL COSMOS<sup>1</sup>

**Palabras clave:** Astronomía, Astrofísica de altas energías, Cosmología.  
**Key words:** Astronomy, High energy astrophysics, Cosmology.

**La investigación científica es apasionante cuando nos conduce al descubrimiento y comprensión de lo inesperado en nuevos territorios del conocimiento.**

## ■ Félix Mirabel

Instituto de Astronomía y Física del Espacio.  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Universidad de Buenos Aires

mirabel@iafe.uba.ar.

<sup>1</sup> Editor asignado: **Susana Hernández**

*“Soy una criatura efímera, pero dentro de mí, siento arremolinar todas las fuerzas del universo. Quiero, por un instante, antes de que me quebranten, abrir los ojos y verlas”*

Nikos Kazantzákis en *“El jardín de los peñascos”*

Esta frase de Kazantzákis sintetiza mi curiosidad por conocer los misterios de la existencia y del universo. Como adolescente tuve la ilusión de que la Filosofía podría revelar esos misterios, o por lo menos ayudarme para “abrir los ojos y ver las fuerzas del universo”. Entonces, a pesar de los avatares de la existencia quizás no sea casual haber terminado mis estudios universitarios en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires y un doctorado en Astronomía en la Escuela de Astronomía y Geofísica del Observatorio de la Universidad de La Plata.

## ■ MIS ORÍGENES

Nací en Montevideo hacia fines de 1944 donde con mi hermano mayor viví hasta los 17 años en el seno

de una familia nuclear donde se encontraron dos culturas diferentes. Mi padre, nace en Varsovia y siendo el quinto hijo inesperado de una familia de origen judío integrada a esa ciudad, a los seis años es enviado lejos de su familia como pupilo en Alemania, ya que en la Polonia de aquella época el número de hijos de familia de origen judío que pueden seguir estudios universitarios es limitado. Permanece en Alemania con visitas esporádicas a Varsovia en las vacaciones de verano, hasta que se gradúa como ingeniero electricista en el Politécnico de Dresde durante la crisis de el año 1930. En ese contexto, y por carecer de nacionalidad alemana, gracias a su formación como ingeniero, Uruguay lo acepta como inmigrante apátrida, bajo el auspicio de la Sociedad de Naciones, para trabajar en la instalación de la red telefónica automática de Montevideo. A partir de la invasión nazi de Polonia, pierde todo contacto con toda su familia de Varsovia, la cual es integralmente exterminada, excepto dos sobrinos que habiendo emigrado a Canadá participan en la guerra como pilotos del escuadrón

canadiense de aviones caza basado en Inglaterra. La pérdida de sus padres, hermanos y el resto de su familia en medio de una Europa sumida en una barbarie que había sido imposible de imaginar, lo trastornó profundamente y fue un pesar que debió sobrellevar hasta el fin de su vida, tal como lo expresó Stephan Zweig en *“El mundo de ayer. Memorias de un europeo”*.

Mi madre, nace en el departamento de Tacuarembó, Uruguay, en el seno de una familia católica de padre francés y madre uruguaya de origen español, que se dedica a la crianza de ganado, arrendando estancias en los departamentos fronterizos con Brasil. Por el carácter nómada de su familia nunca fue a la escuela, siendo integralmente educada por sus padres e instructores particulares que acompañaban la familia en sus recorridos por la campaña profunda. Su padre pierde todo el patrimonio por una epidemia en el ganado y a los 18 años mi madre emigra a Montevideo, donde es empleada en los laboratorios del hospital Pereira Rossell. Mis padres se

encuentran por primera vez en una actividad de apoyo a la República Española durante la guerra civil. De mi madre creo haber heredado el amor a la naturaleza, por los deportes y la vida al aire libre, de mi padre la tenacidad en el trabajo, el gusto por la aventura y el deseo de saber.

### ■ **MOTIVACIÓN Y AZAR**

Después de la bonanza de post-guerra, en la década de los años 1960 Uruguay entra en recesión. La empresa de instalación de ascensores para la que trabaja mi padre quiebra, por lo que al finalizar los estudios secundarios emigro a Buenos Aires donde trabajo en la instalación de teléfonos internos y porteros eléctricos. En aquellos años la Universidad Tecnológica es la única posibilidad para los trabajadores de poder realizar estudios nocturnos y gratuitos a nivel terciario. Curso hasta el tercer año de ingeniería industrial. Me maravilla la capacidad de la Física, que por medio de pocas ecuaciones ha podido sintetizar y predecir la gran diversidad de los fenómenos de la Mecánica y Electromagnetismo. Me siento profundamente atraído por la racionalidad en la Física, que contrasta con el absurdo y caos del mundo.

Más tarde, cuando los problemas económicos más acuciantes en mi familia son resueltos, para poder “abrir los ojos y ver las fuerzas del universo”, ingreso a la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA con intención de concentrarme en Epistemología. El filósofo Mario Bunge me recomienda estudiar Física, “de lo contrario los científicos no lo escucharán”. Siendo la Física el modelo paradigmático del conocimiento, solicito en el departamento de Física de la UBA equivalencias para continuar los estudios de ciencia. Nunca tuve una respuesta, ni sique-

ra negativa. Casualmente, por una publicación de la editorial EUDEBA de la Universidad de Buenos Aires, me entero sobre los sorprendentes descubrimientos en astrofísica y cosmología ocurridos en el siglo XX: la expansión del universo, la evolución química del cosmos por reacciones nucleares en las regiones centrales de las estrellas, el destino final de las estrellas más masivas como estrellas de neutrones y agujeros negros. Motivado por esa y otras lecturas ingreso como alumno en la Escuela de Astronomía y Geofísica del Observatorio de la Universidad de La Plata. Poco tiempo después, la Universidad de La Plata me otorga una beca que me permite continuar, sin tener que trabajar, estudios simultáneos de Filosofía en la UBA y de Astronomía en UNLP.

Dos profesores impactan en mi formación. En Filosofía Saúl Katz, un ayudante de trabajos prácticos de quien aprendo que la Filosofía, además de ser una disciplina formal, puede ser una forma de vida. Del profesor de astronomía Carlos Jaschek (Figura 1c) comienzo a conocer como son los caminos accidentados del descubrimiento científico. En sus cursos prácticos de Astrofísica y Estructura Galáctica enseña a preguntar, a pensar y re-descubrir los hitos principales en esas disciplinas. Jaschek me introduce en dos aspectos de la investigación astronómica que serán esenciales para mi formación como investigador científico. Por una parte, la elaboración e integración de las observaciones astronómicas en todo el espectro electromagnético, o sea, la investigación “multi-frecuencia”, que actualmente ha evolucionado en investigación “multi-mensajera”, porque además de integrar la radiación de todo el espectro electromagnético, integra la emisión de partículas de la llamada radiación cósmica, neutrinos

y recientemente ondas gravitacionales. En aquella época el astrónomo observacional tiene la oportunidad de sentir la vastedad del cielo nocturno estrellado, la emoción al encontrar en tiempo real algo inesperado, y tiene una relación íntima con el instrumento de observación. Más tarde se implementaron las “observaciones de servicio” de los grandes observatorios astronómicos, el advenimiento de la “Gran Ciencia” con carácter de empresa cuasi-industrial, y la constitución de grandes colaboraciones internacionales con decenas y centenas de científicos, ingenieros y técnicos en la investigación astronómica de la actualidad.

### ■ **TESIS DOCTORAL: ACRECIÓN DE HIDROGENO ATÓMICO HACIA LA GALAXIA (1971–1975)**

Al finalizar las carreras de Filosofía en la UBA y de Astronomía en la UNLP, intento realizar una tesis doctoral en la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA sobre la Teoría del Conocimiento en la “Crítica de la Razón Pura” de Kant. La idea es contrastar esa teoría del conocimiento que tiene como paradigma la Física Clásica, con el conocimiento en la Teoría de la Relatividad y la Física Cuántica. Ese proyecto de tesis doctoral lo podría haber realizado rápidamente, ya que durante los últimos dos años de la carrera de Filosofía había estudiado con gran dedicación la “Crítica de la Razón Pura”, y a su vez cursado Física Relativista y Física Cuántica en el departamento de Física de la UNLP.

Tal proyecto de tesis doctoral en Filosofía se frustra por el golpe militar de junio 1966 contra el presidente electo Arturo Illia. Un general llamado Onganía ocupa la presidencia. La UBA es intervenida, se cierra la Facultad de Filosofía y Letras por tiempo indefinido, y los mejores

profesores de esa facultad son expulsados.

Como la astronomía se ocupa de “cuestiones celestiales”, en aquel momento es considerada una actividad políticamente “inocente”. En ese contexto postulo bajo la dirección de Carlos Varsavsky (Figura 1b) a una beca del CONICET para realizar una tesis doctoral en astronomía, con lugar de trabajo en el Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR)

ubicado en el Parque Pereyra Iraola (Figura 1a). De hecho me convierto en el primer egresado de una escuela de astronomía en Argentina que postula para realizar una tesis doctoral en el IAR, el cual había sido concebido y desarrollado por físicos e ingenieros de la UBA, en colaboración con la institución Carnegie de los Estados Unidos. Obtengo la beca, pero ocurre “la noche de los bastones largos”, Carlos Varsavsky renuncia como profesor de la UBA

y más tarde es expulsado como director del IAR.

Ken Turner (Figura 1d) de la fundación Carnegie, asume la dirección del IAR y de mi tesis doctoral. Inicialmente esta consiste en una búsqueda en la línea de 21cm del hidrogeno atómico de un “puente de gas” entre las Nubes de Magallanes y la Vía Láctea, que luego será llamado “Corriente Magallánica”. Ese gas debería ser sustraído de las Nubes de



**Figura 1a:** Antenas de 30-m del IAR.



**Figura 1b:** Carlos Varsavsky.



**Figura 1c:** Carlos Jaschek.



**Figura 1d:** Ken Turner.

Magallanes por la acción de marea de la Galaxia sobre las galaxias satélites, y estar actualmente cayendo hacia la Vía Láctea. Por la vastedad de la región del cielo a explorar, las limitaciones en sensibilidad del receptor y falta de automatización del radiotelescopio del IAR, se decide observar regiones limitadas del cielo donde ese gas debería estar ubicado de acuerdo a un modelo computacional del matemático norteamericano Alar Toomre. La primera publicación es sobre los resultados negativos de esa búsqueda.<sup>1</sup>

Astrónomos australianos con instrumentación más avanzada realizan rápidamente un relevamiento completo del cielo Sur con un radiotelescopio automatizado computacionalmente y encuentran la llamada "Corriente Magallánica", en una región del cielo diferente a la predicha por el modelo de Toomre. Esta fue mi primera experiencia. Aprendí que no estamos solos en el mundo, y muy especialmente en la investigación científica. A partir de entonces concentro mis investigaciones en la caída de gas atómico hacia la región central de la Galaxia y después de varias publicaciones en revistas internacionales<sup>2</sup>, en 1975 ingreso a la carrera del investigador científico del CONICET, antes de concluir mi tesis doctoral.

Debido a la eminencia de un nuevo golpe de estado militar, a fines de 1975 solicito poder defender con urgencia mi tesis doctoral. Gracias a la comprensión del decano Jorge Albano rápidamente se organiza en diciembre de 1975 una mesa examinadora en los sótanos del Observatorio de La Plata (Fig.2). Por los trabajos en el IAR había establecido relación epistolar con el Profesor Rodney Davies del Observatorio de Radioastronomía Jodrell Bank de la Universidad de Manchester, quien me apoya para la

obtención de becas postdoctorales del British Council y de la Universidad de Manchester. Por otra parte, el astrónomo argentino Jorge Sahade sugiere que postule a un subsidio de la Unión Astronómica Internacional (UAI) para financiar el costo del viaje a Inglaterra, el cual es otorgado. Como usualmente no hay golpes de estado durante las vacaciones de verano, con mi esposa Silvia Révora y nuestra primera hija de 11 meses partimos hacia Inglaterra la primera semana de marzo de 1976, dos semanas antes del golpe del 24 de marzo de 1976.

### ■ MIS POSTDOCTORADOS

1. En los laboratorios de radioastronomía Jodrell Bank de la Universidad de Manchester (1976–1978)

El director de los laboratorios de radioastronomía de la Universidad de Manchester en Jodrell Bank, Sir Bernard Lovell, fue integrante del equipo científico-técnico que durante la segunda guerra mundial concibió, construyó, y puso por primera vez en operación radares en suelo británico. Al llegar a Manchester me sorprende la estima de los británicos del noroeste de Inglaterra por los científicos en general, y en particular, hacia los radio astrónomos de

Jodrell Bank. El descubrimiento del radar impactó profundamente en sus vidas durante la guerra, ya que por la instalación y operación de los mismos los bombardeos alemanes en el noroeste industrial de Inglaterra fueron disminuyendo durante el curso de la guerra.

Al llegar a Jodrell Bank debí adaptarme rápidamente a la revolución que ya se estaba operando en Europa por la automatización con computadoras de las observaciones y análisis de la información, para lo cual colegas de Jodrell Bank me ayudaron considerablemente. En colaboración con Jim Cohen realizamos investigaciones sobre hidrógeno atómico en el halo y en el Grupo Local de Galaxias. Los hallazgos principales en esta área son: 1) la estructura fina del gas atómico en el halo de la Galaxia, la cual sugiere la existencia de tres fases térmicas del gas en el halo de la Galaxia y Medio Intergaláctico<sup>3</sup>. De particular importancia es la evidencia indirecta de una componente del gas intergaláctico ionizado con temperaturas de unos  $10^5$  K. Dicha componente térmica es necesaria para la estabilidad de las nubes de hidrógeno atómico de alta velocidad observadas en el halo de la Galaxia. Ese gas ionizado es difícil de observar directamente



**Figura 2:** Celebración por la defensa exitosa de la tesis doctoral en la UNLP (IAR 12/1975).

y actualmente se ha propuesto que puede constituir una fracción muy importante, previamente desconocida de la masa bariónica del universo. 2) La observación de nubes de gas neutro con rotación en el medio intergaláctico del grupo local, sin población estelar visible, las cuales podrían ser estructuras precursoras en el proceso de formación de galaxias enanas en el universo local<sup>4</sup>.

Me interesa aprender y trabajar en Cosmología, una disciplina que no se enseñaba en la carrera de astronomía de la UNLP. Escucho que se está gestando un proyecto de investigación en cosmología y solicito al Profesor Davies colaborar en el mismo, lo cual acepta amablemente. Entonces colaboro con Rodney Davies y Alan Pedlar en una primera búsqueda de hidrogeno atómico en protocúmulos de galaxias a distancias cosmológicas correspondientes a corrimientos al rojo de  $z = 3.3$  y  $z = 4.9$ . Mi contribución en el proyecto consiste en desarrollar un programa de cómputo para identificar interferencias y eliminarlas en forma automática por interpolación de canales del espectrómetro adyacentes a las mismas. No se detectó ningún protocúmulo de galaxias a esas distancias cosmológicas, pero la lectura de los trabajos teóricos sobre la posible existencia de esos protocúmulos y la búsqueda de los mismos en Jodrell Bank fueron fuentes de inspiración futura.

*La gran fracción de masa bariónica del universo como gas intergaláctico ionizado con temperaturas de unos  $10^5$  K, y la detección de protocúmulos de galaxias en épocas tempranas del universo son temas de interés actual en Astronomía.*

2. En la Universidad de Maryland, College Park (1978–1979)

La posición post-doctoral en Inglaterra llega a su fin. El CNRS de Francia me ofrece una beca, pero colegas me informan que su monto no es suficiente para sustentar mi familia en París. Hacia fines de 1978 la información en el Noroeste de Inglaterra sobre la situación en Argentina es muy fragmentaria. En ese contexto y ante la imposibilidad de obtener otro postdoctorado en Europa, planifico volver a la Argentina. Tomy Gergely, colega y amigo húngaro-argentino con el que había compartido oficina en el IAR y que en ese momento está establecido en la Universidad de Maryland, me aconseja no volver a la Argentina en ese momento. Tomy me pone en contacto con Frank Kerr, decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Maryland, quien me ofrece una posición post-doctoral. Tomy provee ayuda inestimable para la instalación con mi familia en Estados Unidos.

En la época de mi primer postdoctorado en el Reino Unido, la investigación científica en ese país tiene una estructura piramidal y marcadamente vertical. Las propuestas de investigación solamente son formuladas por "Professors" (jefes de grupo), y la iniciativa de los jóvenes ocupa un rol secundario, son los ejecutores de proyectos únicamente concebidos por los "Professors". Al llegar a Estados Unidos, inmediatamente experimento lo que había escuchado, que Estados Unidos es país de inmigrantes. Después de mi estadía en Inglaterra, para mi ofrece más oportunidades. El salario de mi posición postdoctoral en la Universidad de Maryland proviene de un subsidio de la National Science Foundation atribuido a Frank Kerr ("soft money"). En la primera entrevista, Kerr me informa que 50% del tiempo debo dedicarlo a la docencia y a colaborar con el desarrollo de sus proyectos que me explica en

detalle. Luego, para mi sorpresa, después de casi tres años en Inglaterra, me pregunta: "¿Qué ideas tiene usted para el 50% del tiempo restante?" Respondo que me interesa profundizar en la acreción de gas hacia la Vía Láctea y trabajar en Astronomía Extragaláctica y Cosmología.

Con respecto al primer tema, realizo relevamientos preliminares de hidrogeno atómico en la región interior de la Galaxia con el radiotelescopio de 42-m del National Radio Astronomy Observatory (NRAO) en West Virginia, los cuales revelan una clara preponderancia de gas con altas velocidades de caída hacia el disco galáctico, a una tasa estimada de 0.2-1.0 masas solares/año. Esa tasa de acreción puede ser una contribución importante para sostener la tasa de formación estelar en la Vía Láctea de  $\sim 1$  masa solar/año. Más tarde, a raíz de la publicación de este resultado con Ricardo Morras<sup>5</sup> recibo una carta de congratulación del célebre astrónomo holandés Jan Oort, lo cual constituye un estímulo importante.

En Astronomía Extragaláctica, me intereso en el estudio de galaxias con núcleos activos. En la Argentina de la década de los años 1970, la Astronomía Extragaláctica, tanto a nivel de docencia como de investigación, es exclusividad del Observatorio de Córdoba. A fin de aprender sobre esta área de la astronomía propongo a Andrew Wilson, astrónomo británico extragaláctico de la Universidad de Maryland, colaborar con sus investigaciones. Mi aporte consiste en el conocimiento de las técnicas radioastronómicas de observación que había comenzado a aprender en el IAR y perfeccioné en Jodrell Bank.

Varias publicaciones sobre hidrogeno atómico en galaxias activas fueron realizadas en colaboración

con Andrew Wilson, basadas en observaciones iniciadas con el radiotelescopio de 92-m del NRAO. Andrew me propone continuar ese proyecto con la antena más grande del mundo de 305 metros de diámetro, en Arecibo, Puerto Rico (Figura 4).

Mis investigaciones en el observatorio de Arecibo (1980-1989)

Allí me concentré en diversos temas, entre los cuales destaco, en Cosmología, la búsqueda de hidrógeno atómico en proto-cúmulos de galaxias cuando el universo tenía una edad de 550 millones de años ( $z=9$ ). Esta búsqueda había sido iniciada en Jodrell Bank y continuada en NRAO con el radiotelescopio de 92-m en colaboración con otros postdoctorados de la Universidad de Maryland, también es llevada a cabo en Arecibo. Una presentación corta de estos proyectos se realiza en la Reunión Regional de la Unión Astronómica Internacional<sup>9</sup>.

Aunque estas observaciones de líneas espectrales a distancias cosmológicas dan resultados negativos, me ayudan a perfeccionar el conocimiento de técnicas de observación radioastronómicas, y en particular, como sintonizar los receptores para observaciones extragalácticas a dis-

tancias cosmológicas, independientemente del software en los grandes observatorios, lo cual más tarde será muy importante para la detección en el rango de las ondas milimétricas de las galaxias infrarrojas ultraluminosas.

También me aboqué a estudios de Astronomía Galáctica y galaxias con núcleos activos. Como postdoctorando en la universidad de Maryland había sometido varias propuestas de observación en Arecibo para investigaciones en esas áreas de investigación por medio de la línea de 21cm del hidrógeno atómico. Todas esas propuestas son aprobadas y la National Science Foundation me otorga un subsidio para financiar esas investigaciones con los radiotelescopios de Arecibo y NRAO.

Sobre la base de observaciones con el radiotelescopio de Arecibo se concluye que la acreción de HI en la dirección del anticentro de la Galaxia es de  $4 \times 10^5$  masas solares a una velocidad de 200 km/s, lo cual corresponde a una inyección de energía de  $2.5 \times 10^{53}$  erg. Esta energía es equivalente a la explosión de decenas de supernovas, y da origen a una "supercascara" de HI en el anticentro galáctico. En estos trabajos se concluye que si bien la deposición

de energía en la totalidad del disco galáctico por acreción de gas atómico es menor a la que inyectan las supernovas, la deposición de energía por acreción de gas extragaláctico puede ser mucho mayor en las regiones donde tienen lugar los impactos de nubes de alta velocidad<sup>6</sup>.

*El colapso del radiotelescopio de Arecibo en diciembre del año 2020, con el cual realicé una diversidad de proyectos durante la década de 1980-1989 me produjo profundo pesar. Sentí ese colapso como si fuera la pérdida de un antiguo colega con el que he compartido la emoción que se siente en el descubrimiento científico.* El observatorio de Arecibo era uno de los orgullos de Puerto Rico, donde se realizaron importantes descubrimientos siendo además fuente de educación en la Isla y de trabajo en la región, donde hice amigos que han sufrido en años recientes las consecuencias de huracanes devastadores y frecuentes temblores de tierra.

#### ■ RETORNO A LA ARGENTINA Y REINCORPORACIÓN COMO MIEMBRO DEL CONICET

El 10 de diciembre de 1983 se reinstaura la democracia en Argentina y retorno a Argentina para solicitar mi re-incorporación al Conicet. El proceso administrativo dura dos años... Finalmente soy reincorporado a fines de 1985, a tiempo para involucrarme en observaciones del cometa Halley durante su última incursión hacia el interior del sistema solar. Obtengo un subsidio de la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) de los Estados Unidos para observar desde el IAR el cometa Halley durante el perihelio orbital de 1986 a fin de determinar la tasa de inyección de gas hacia la coma del cometa por medio de la absorción del radical OH de fuentes de radio continuo en el plano galáctico. Se



**Figura 4:** Antena de 305m de diámetro de Arecibo (Puerto Rico).

observan varias eyecciones discretas a una tasa media de  $(4.6 \pm 0.2) \times 10^{29}$  moléculas/seg<sup>7</sup>. Ese subsidio de la NSF incluye la donación al IAR del autocorrelador (analizador espectral) de 1024 canales del observatorio de Arecibo, cuyo costo de construcción había sido estimado en aproximadamente 200.000 USDs.

A continuación, me involucré en el proyecto "SETI" (Search for Extraterrestrial Intelligence) de búsqueda de señales provenientes de civilizaciones extraterrestres. El primer simposio de la Unión Astronómica Internacional (UAI) sobre Exobiología, de carácter interdisciplinario tiene lugar en la Universidad de Boston. En él participan astrónomos, físicos, químicos, biólogos, historiadores, especialistas de la comunicación, etc. Esa reunión fue para mí una de las más interesantes, y en la que adhiero como miembro fundador de la comisión 51 de Exobiología de la Unión Astronómica Internacional.

En general se ha supuesto que si existen civilizaciones extraterrestres en nuestra Galaxia los canales de comunicación por medio de radio ondas deberían estar en lo que se llama "pozo de agua". Esta es la región del espectro electromagnético más cercana a la temperatura del fondo cósmico de microondas, la cual podría servir como canal de comunicación por medio de radioondas entre civilizaciones galácticas. Por tal razón, las búsquedas de tales señales han sido cercanas a las frecuencias de 1420 MHz del hidrógeno atómico, o entre 1620 y 1720 MHz del radical OH, donde tanto nosotros como las posibles civilizaciones extraterrestres deberían tener sistemas receptores de alta sensibilidad y transmisores de alta potencia.

Un canal alternativo que no había sido explorado es el de la tran-

sición a 4.8 GHz de la molécula de H<sub>2</sub>CO (formaldehído), que por un mecanismo anti-maser es observada en absorción contra el fondo de microondas de 2.7 K. En consecuencia ese pozo de absorción sería el canal más "frío" para las comunicaciones por radioondas entre civilizaciones en la Galaxia. Por tal razón envié una propuesta al Observatorio Nacional de Radioastronomía de Estados Unidos para observaciones con el radiotelescopio de 42-m en West Virginia durante una semana completa, en dirección de un conjunto de estrellas de tipo espectral similar al sol. Los cuatro referees de la propuesta acuerdan que la idea es original, dos son a favor de conceder el tiempo de observación solicitado, pero los otros dos son en contra. Estos últimos argumentan que no se debe utilizar una facilidad nacional sobre-subscripta para un "shoot in the dark", con tan baja probabilidad de éxito.

El director de operaciones del observatorio toma la decisión de conceder una semana entera de observación con su tiempo discrecional. En las últimas horas de observación, observando una de las estrellas del programa se registra lo que aparece como una potente señal con forma de delta de Dirac, solamente en uno de los canales. Eso podría ser el llamado de atención esperado, ya que concentrando toda la energía del sistema transmisor en el rango más estrecho posible de frecuencias, y en el menor intervalo de tiempo posible, se obtiene la mayor potencia de transmisión. Cuando le muestro al director el registro de esa señal decide conceder más tiempo de observación discrecional, aconsejándome permanecer por el resto de mi vida observando esa estrella.

Cambio la reserva del vuelo de avión para poder continuar con las observaciones en unos días más y

mientras tanto exploro el bosque nevado circundante. Repentinamente me pregunto si en las adyacencias de la delta de Dirac se pueden observar las armónicas producidas por el sistema de recepción, lo cual confirmaría que la señal realmente provino del exterior del sistema receptor. Vuelvo rápidamente, tomo la cinta magnética de "backup" y al leer los datos registrados en otro edificio del observatorio, la señal no está. Enorme decepción. Fue una gran ilusión provocada por el registro erróneo de un solo dígito en el disco. Al llegar al aeropuerto para el vuelo de retorno observo la multitud como si fuera desde aquella estrella. Tuve la sensación de volver a entrar en el bullicio de un mundo distante y efímero.

Luego de esa experiencia inicio las actividades de SETI en Argentina a través de la organización con colaboración del profesor Klimovsky (decano de la Facultad de Ciencias Exactas en ese momento) de un simposio SETI en la UBA. Se publican entrevistas en periódicos, revistas y un artículo corto en Revista Astronómica<sup>8</sup>. Como consecuencia de esas actividades se inician las primeras búsquedas de señales extraterrestres en 21cm de longitud de onda con la antena de 30m del IAR.

Otro tema que me interesó fue el estudio de los flujos bipolares producidos por estrellas en formación. Este estudio se lleva a cabo con la antena de Arecibo y el VLA observando transiciones de HI y OH en ondas centimétricas, y además con varios telescopios milimétricos para la observación de varias transiciones moleculares (CO, CS, NH<sub>3</sub>) en colaboración con Luis Felipe Rodríguez y Jorge Cantó de la Universidad Autónoma de México. La integración de estas observaciones multifrecuencia es presentada en varios congresos y publicada en *Astrophysical Journal*<sup>10,11</sup>.

## ■ APERTURA DE NUEVAS ÁREAS DE INVESTIGACIÓN EN ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

A continuación describo con más detalle las contribuciones más importantes en astronomía por mi participación protagónica en los descubrimientos de tres nuevos tipos de objetos astronómicos: las *galaxias infrarrojas ultraluminosas*, las *galaxias enanas de marea* y los *microcuásares en astrofísica de altas energías*, los cuales constituirán tres nuevas áreas de investigación. La apertura de esas nuevas áreas es inicialmente motivada por la lectura, intuición y reflexión en soledad, que para su desarrollo requiere la colaboración de uno-dos colegas con las habilidades complementarias que son necesarias. La consolidación, síntesis y comprensión de la naturaleza de esos objetos y fenómenos asociados serán el producto del trabajo de más largo aliento de colaboraciones y equipos de investigación más numerosos.

Estos descubrimientos comienzan a gestarse recién a partir de mis 40 años, contrariamente a la trayectoria de los científicos, en que la apertura de nuevas áreas de investigación habitualmente se da durante la tesis doctoral o inmediatamente después. Probablemente esto se debe a mi acceso relativamente tardío a centros de investigación astronómica de frontera en el extranjero.

### 1. Galaxias Infrarrojas ultraluminosas

El descubrimiento:

Quizás por haber desarrollado la tesis doctoral en Argentina, lejos de los principales centros de investigación del mundo, durante los primeros años de formación como investigador científico no pude participar en ningún congreso internacional

fuera del país. Siendo consciente de que la ciencia es una actividad social, desde un comienzo adquirí el hábito de leer y disfrutar la lectura de publicaciones en revistas de astronomía, durante varias horas diarias. Esta disciplina de lector la fui adquiriendo no solo respecto a publicaciones directamente relacionadas a mis investigaciones, ya que desde temprano tuve la convicción del carácter interdisciplinario de la investigación científica, y de la importancia de transitar hacia nuevas áreas a raíz de nuevas preguntas, sin los prejuicios preestablecidos en las mismas. *Estimo que 70% de mi tiempo de trabajo lo he invertido en la lectura de los hallazgos de colegas, lo cual siempre ha sido para mí motivo de placer e inspiración para idear proyectos que me han llevado a incursionar nuevas áreas de investigación.*

A comienzos de la década de 1980, me entero por una publicación en "The Astrophysical Journal" que astrónomos del NRAO de los Estados Unidos encuentran por medio de observaciones en el radio continuo en longitud de onda centimétrica un tipo de galaxias que designan como "Radio Bright Spiral Galaxies". Esas galaxias llaman mi atención, ya que la emisión intensa en radioondas no proviene mayoritariamente de la región nuclear como en las galaxias con núcleos activos ("AGN"), en general asociada a agujeros negros supermasivos. Contrariamente a lo habitual en galaxias activas, la emisión intensa de radio en estas "Radio Bright Spiral Galaxies" es tan extendida como la población estelar del disco. La mayor parte de ese tipo de galaxias muy prominentes en ondas radio habían pasado ópticamente desapercibidas. La mayor parte de esos objetos carecían de observaciones en el óptico, infrarrojo, en la línea

de 21cm del HI, o en transiciones del gas molecular.

Mi hipótesis en ese momento es que esa emisión de radioondas extendida debe ser consecuencia de brotes intensos de formación de estrellas masivas, con tasas muy altas de explosión de supernovas, lo que daría origen a la emisión sincrotrón en radioondas extendida a lo largo de todo el disco estelar.

Obviamente, solo puede haber intensos brotes de formación de estrellas masivas si hay disponibles grandes cantidades de gas atómico y molecular. Sobre la base de esa hipótesis simple someto propuestas para observar una veintena de esas "radio bright spiral galaxies" en la línea de 21cm del HI con el radiotelescopio de 305m de Arecibo, y en la transición CO (1-0) de la molécula de monóxido de carbono en la longitud de onda de 3mm con la antena de 12m del NRAO en Arizona.

Las observaciones en HI con Arecibo revelan espectros sorprendentes, nunca vistos, muy complejos. En algunos casos con absorción profunda y completa en HI, como es el caso de Arp 220/IC4553<sup>12</sup>. La propuesta para las observaciones de CO (1-0) con la antena de 12m del NRAO en Arizona es aprobada para todo el tiempo solicitado, pero diferida por un año debido al cambio programado de la superficie del radiotelescopio. En vez de un inconveniente esta demora es una suerte ya que por carecer de la experiencia de observaciones en ondas milimétricas no estaba preparado para llevar a cabo en forma eficaz las observaciones.

Para esas observaciones del gas molecular necesito encontrar un experto en observaciones milimétricas. Afortunadamente, esto ocurre cuando tengo la posibilidad de asis-



tir un simposio de la Unión Astronómica Internacional en Ámsterdam. El tema principal del simposio es sobre los resultados de la radioastronomía del medio interestelar en la Vía Láctea, y en particular, sobre los nuevos resultados obtenidos por la incipiente radioastronomía en ondas milimétricas, cuya técnica de observación desconozco, ya que difiere en varios aspectos de la técnica de observación en ondas centimétricas y métricas.

En la sala de embarque para el vuelo de retorno a los Estados Unidos identifiqué a Dave Sanders, quien en el congreso había realizado una exposición sobre nubes gigantes de gas molecular en la Vía Láctea que llama mi atención. En aquel entonces Dave es astrónomo postdoctorado en la universidad de Massachusetts, especialista en observaciones milimétricas del gas molecular en la Vía Láctea. Al ver que se cerraba el vuelo y el número escaso de pasajeros permitiría solicitar asientos adyacentes, luego de consultar con Dave, solicito cambio de asientos para poder explicarle durante el vuelo transatlántico, el objetivo de la propuesta ya aceptada sobre observaciones de gas molecular en las "radio bright spiral galaxies". Dave, astrónomo que trabaja en la estructura de la Vía Láctea no conoce ese tipo de galaxias. Tampoco mi trabajo ya publicado de observaciones de HI en Arecibo.

Hasta ese momento las observaciones de transiciones moleculares en ondas milimétricas se habían limitado al medio interestelar en la Vía Láctea y recién se había comenzado con unas pocas observaciones de las galaxias más próximas, como Andrómeda. En ese contexto se establece una nueva colaboración, donde Dave contribuye con su conocimiento de las técnicas de observación en ondas milimétricas,

yo con los objetivos científicos explicitados en la propuesta ya aceptada, y en particular con las precauciones que se deben tomar con el software de los observatorios cuando se sintonizan los receptores para observaciones de galaxias lejanas. De hecho, por mis investigaciones en cosmología y de galaxias activas aprendí que en los observatorios radioastronómicos no se usa la definición óptica del corrimiento al rojo para calcular la frecuencia de sintonía del receptor.

La conjugación de ambas experiencias es la clave para la primera detección exitosa de enormes cantidades de gas molecular en todas las galaxias de la muestra observada. Por el contrario, los primeros intentos de detección de transiciones moleculares en este tipo de galaxias lejanas por parte de diversos grupos de investigación de Estados Unidos, Europa y Japón utilizando los radiotelescopios milimétricos más avanzados resultan infructuosos. Simplemente porque sintonizan los receptores a frecuencias equivocadas, ya que utilizan la definición radioastronómica del corrimiento al rojo óptico inserta en el software de todos los radio observatorios, en lugar de utilizar la definición óptica del mismo. Por esa razón, dejan la emisión del gas molecular de las galaxias lejanas fuera del rango de frecuencias del espectrómetro. Por ello fuimos los primeros en detectar el gas molecular por las transiciones de la molécula de CO en galaxias lejanas con los radiotelescopios milimétricos más avanzados del NRAO en Arizona, SEST en ESO-Chile, IRAM de 30m en Sierra Nevada, y 45m de Nobeyama en Japón (Fig. 5).

En 1985 Dave pasa a ocupar una nueva posición postdoctoral en el California Institute of Technology (Caltech). Dave tiene allí acceso inmediato a los datos del satélite de

NASA "Infrared Astronomical Satellite" (IRAS), recientemente puesto en operación, que realiza el primer relevamiento del cielo en longitudes de onda de 12 a 100 micrones. Las observaciones con este satélite revelan que estas galaxias son tan luminosas en ese intervalo del infrarrojo como los cuásares. Inmediatamente realizamos la primera publicación sobre las Galaxias Infrarrojas Ultraluminosas (ULIGs), y la relación en este tipo de galaxias entre el contenido de gas molecular, continuo de radioondas y emisión en el infrarrojo por el polvo<sup>13</sup>.

#### ■ CONTINUACIÓN DE INVESTIGACIONES EXTRAGALÁCTICAS EN CALTECH CON LA BECA GUGGENHEIM (1988-1989)

Para profundizar las investigaciones sobre esta nueva clase de galaxias me otorgan en 1988 la beca Guggenheim para trabajar por dos años en Caltech, donde conozco por primera vez las modalidades de la investigación de frontera en astrofísica extragaláctica. Además de realizar estudios en diferentes longitudes de onda de las galaxias luminosas en el infrarrojo reveladas por el satélite IRAS, también se estudia en forma integral casos individuales paradigmáticos de estas galaxias. Para ello se debe realizar observaciones en el rango óptico y en el infrarrojo cercano a 2 micrones, por lo que solicito colaboración a José Maza, profesor de astronomía de la Universidad de Chile para observaciones espectroscópicas en el óptico con el telescopio de 4m de Tololo, y a Dieter Lutz del Instituto Max Planck en Garching Bei München, para la obtención de imágenes ópticas y en el infrarrojo cercano con telescopios del Observatorio Europeo del Sur (ESO).

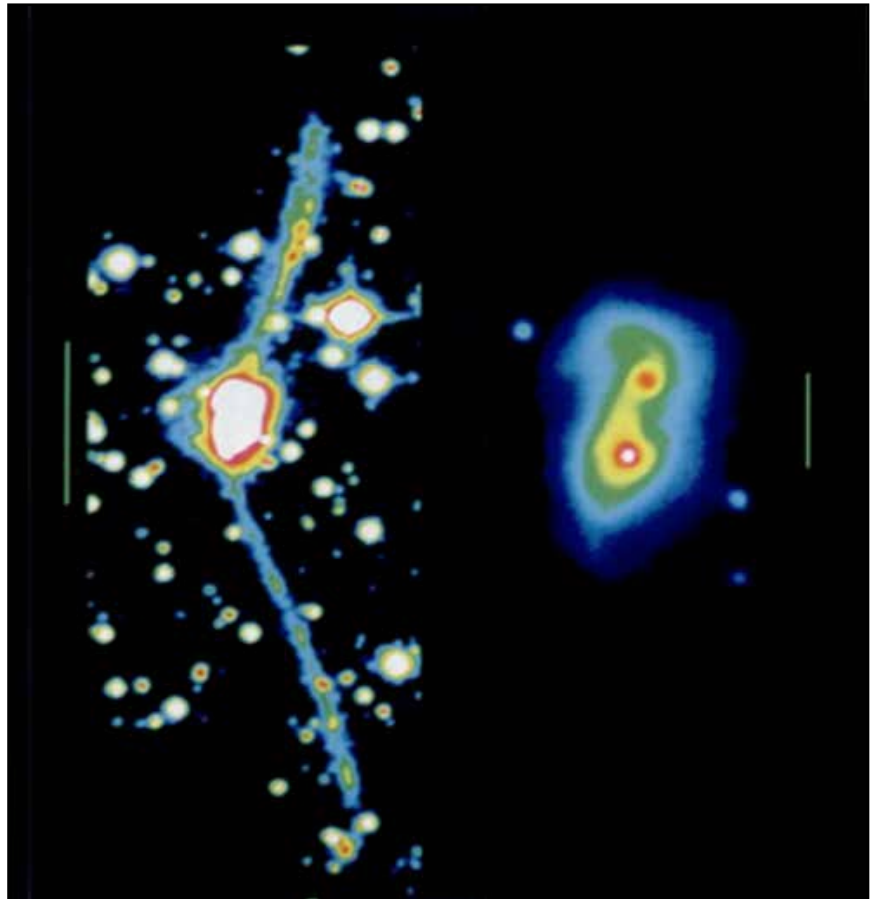
La "Superantena", prototipo de "Ultra luminous Infrared Galaxy



**Figura 5:** Telescopio milimétrico de 45m en Nobeyama, Japón.



**Figura 6:** Mirabel & Sanders, Taiwan 1988.



**Figura 7:** Galaxia "Superantena": prototipo de "ULIRG".

(ULIRG)" es llamada así porque las antenas se extienden sobre una distancia de 350 kpc (Fig. 7). La imagen de la derecha muestra un núcleo Seyfert y un núcleo "straburst" de dos galaxias en estado de fusión avanzada. Los núcleos se encuentran a una distancia entre sí de solo 10 kpc. La imagen de la "Superantenna" publicada en *Astronomy & Astrophysics*<sup>14</sup> es reproducida en un News & Views de la revista *Nature*.

Usando los radiotelescopios de Arecibo, VLA, varios radiotelescopios milimétricos y los datos del satélite IRAS, se desarrolla una diversidad de proyectos de investigación sobre esta nueva clase de galaxias, los cuales son descritos en varias publicaciones, por ejemplo: OH Megamasers in Luminous IRAS Galaxies<sup>15</sup>; SEST observations in IRAS galaxies<sup>16</sup>; NTT images of ULIR galaxies<sup>17,21,22</sup>.

Del conjunto de estas y otras investigaciones se concluye que las galaxias infrarrojas ultraluminosas ("ULIRGs") en el universo local son colisiones de galaxias masivas ricas en gas y polvo, como Andrómeda y la Vía Láctea, que se encuentran en estado de fusión avanzada. Estas galaxias producen en el infrarrojo tanta energía como los cuásares ( $>10^{12}$  luminosidades solares). Esa radiación infrarroja es emisión térmica de polvo calentado por la energía generada por intensos brotes de formación estelar y altas tasas de acreción de gas hacia los agujeros negros supermasivos centrales de millones y hasta miles de millones de masas solares. Es sorprendente que en las primeras galaxias masivas con agujeros negros supermasivos en formación a grandes corrimientos al rojo ( $z=7.54$ ), cuando el universo tenía una edad de solamente 700 millones de años, actualmente se encuentra que tienen propiedades análogas (cantidad y cinemática de

gas molecular, luminosidad infrarroja, etc.), a las ULIRGs en el Universo local.

El trabajo sobre las ULIRGs en el Universo local me permitió conocer varios aspectos sobre el condicionamiento de los investigadores científicos por el entorno político, social y económico. Por ejemplo, las dificultades que tuvieron algunos científicos de la ex Unión Soviética para obtener el reconocimiento de sus descubrimientos en Occidente. En el "Atlas and Catalogue of Interacting Galaxies" de 18 Vorontsov-Velyaminov (1959) varias de las galaxias infrarrojas más cercanas ya habían sido identificadas, las cuales también se encuentran en el "Atlas of Peculiar Galaxies" de 19 Arp (1966), publicado siete años después. Para planificar observaciones ópticas e infrarrojas de las galaxias de IRAS con telescopios ópticos de 4 metros de diámetro, los de mayor tamaño en aquellos años, pude encontrar fácilmente el catálogo de Arp, pero no el de Vorontsov-Velyaminov, que busqué infructuosamente en muchas bibliotecas sin éxito. Finalmente, lo encuentro en una noche nublada durante un periodo de observaciones en la biblioteca del observatorio de Monte Palomar. Para mi sorpresa en esa publicación se representa la morfología de las galaxias interactuantes dibujadas a mano! Años después, durante la Perestroika que impulsa Gorbachov soy invitado a participar en un simposio en el Instituto Sternberg de Moscú, donde busco y encuentro en su oficina a Vorontsov-Velyaminov. En nuestra conversación me cuenta las limitaciones que ha tenido para desarrollar sus investigaciones científicas; carencia de placas fotográficas, carencia de "reprints" de su trabajo original, falta de fotocopidora, y otras muchas más, que en varios aspectos hallo análogas a las

dificultades encontradas durante mi trabajo en Argentina.

Otro encuentro interesante fue el que tuve con el célebre astrofísico Geoffrey Burbidge de personalidad muy particular, en un simposio de la UAI en Kentucky, donde soy invitado a exponer sobre el descubrimiento de las ULIRGs. Burbidge escucha mi exposición sentado en primera fila, siento que ronca y aparentemente está dormitando. Pero cuando comienzo a exponer mi interpretación de las Superantenas (Fig. 7) como originadas por interacción de marea entre dos galaxias en colisión, súbitamente me interrumpe y demanda en voz alta una justificación de la misma. De hecho, Burbidge conjuntamente con Arp desarrollaron una interpretación de las galaxias que se encuentran en el plano del cielo alrededor de cuásares, como objetos eyectados desde los agujeros negros supermasivos de los cuásares. No sé si mi explicación lo convenció. Luego de mi disertación, Burbidge que en ese momento era el editor de la prestigiosa publicación *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* (ARAA), me invita a discutir sobre mi interpretación de las ULIRGs. A pesar de disentir sobre la misma me solicita escribir un artículo para ARAA, lo cual demuestra su apertura de espíritu. Invito a Dave Sanders como colaborador. Hasta la fecha la publicación<sup>20</sup> sobre las LIRGs ha sido citada en más de 2300 publicaciones.

## 2. Galaxias enanas de marea

Las galaxias enanas de marea se forman a partir de los desechos de gas eyectados al espacio intergaláctico durante la colisión de galaxias masivas. En colaboración con Horacio Dottori de la Universidad de Rio Grande do Sud, Brasil, y Dieter Lutz del Instituto Max Planck en Garching Bei München, Alemania, obtuvimos

la primera evidencia sobre la formación de esta nueva clase de galaxias enanas en las galaxias llamadas "Las Antenas", por medio de observaciones con el telescopio de 3.6m del observatorio La Silla de ESO. "Las Antenas" son galaxias espirales Sc en colisión ricas en gas donde observamos en la extremidad de una de las antenas un objeto con un intenso brote de formación estelar con propiedades análogas a las galaxias enanas IC 1604 y NGC 6822 del Grupo Local de galaxias. La primera publicación sobre esta clase de objetos se encuentra en Mirabel, Dottori & Lutz (1992)<sup>23</sup>. En la Fig. 8 se muestra el caso de la galaxia Arp 105<sup>24</sup>, que consiste en una galaxia elíptica masiva descuartizando una galaxia espiral que eyecta gas al espacio intergaláctico, a partir del cual se forman de una galaxia compable a la Nube Mayor de Magallanes (en la parte superior) y una galaxia compacta (en la parte inferior).

Cuestiones de actualidad en esta área de investigación: 1) ¿Son las

galaxias enanas de marea sistemas gravitacionalmente estables?; 2) Si lo son, ¿esto implica contrariamente a la creencia general que se pueden formar galaxias sin materia oscura?; 3) ¿Qué fracción de las galaxias enanas podrían ser galaxias formadas por acción de marea en la colisión de galaxias masivas ricas en gas?

### 3. Microcuásares en astrofísica de altas energías

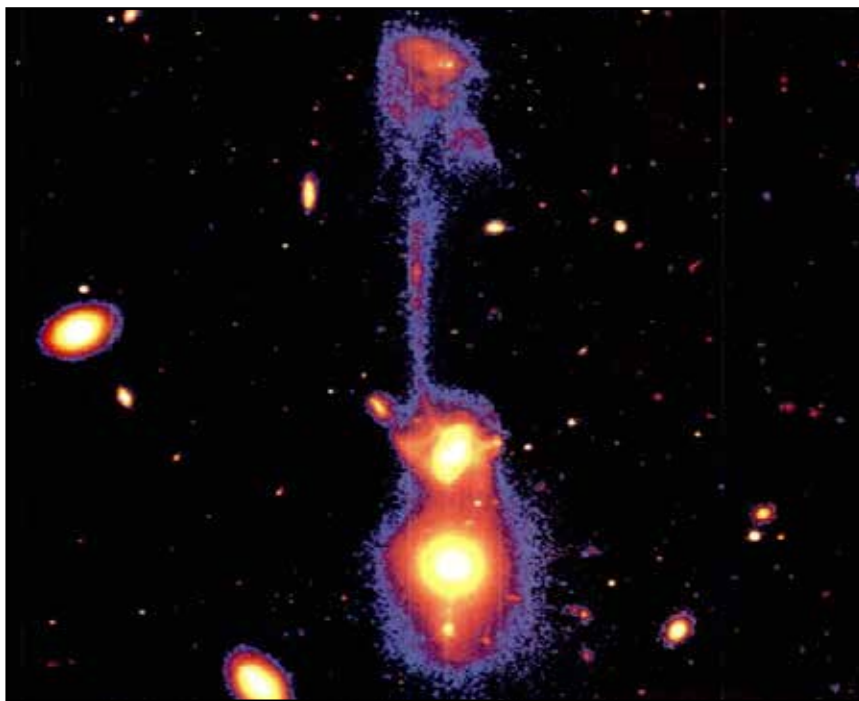
Probablemente el descubrimiento de lo microcuásares y de los movimientos superlumínicos aparentes haya sido mi contribución más importante en astronomía. Los microcuásares son objetos de la astrofísica de altas energías relacionados a dos aspectos de la Física Relativista: 1) los agujeros negros de masas estelares identificados por medio de radiación X, gamma, y recientemente por medio de ondas gravitacionales, y 2) los jets relativistas estudiados por medio de observaciones en radio, infrarrojo y radiación X. Los microcuásares en la Vía Láctea se

han convertido en laboratorios ideales para el estudio y comprensión de la génesis de jets relativistas observados en los cuásares y galaxias activas. Son descubiertos en 1992, y a partir de entonces hubo 10 congresos internacionales sobre microcuásares en Europa, Estados Unidos, Asia y América Latina, incluyendo un simposio de la Unión Astronómica Internacional en Buenos Aires en el año 2010. Gran número de jóvenes hicieron su tesis doctoral en esta área de investigación.

### Descubrimiento de microcuásares.

En enero de 1990 mientras trabajo intensamente sobre las galaxias infrarrojas ultraluminosas (ULIRGs) y galaxias enanas de marea, leo en una editorial de la revista "Physics Today" sobre la posible existencia de un objeto bautizado como "El Gran Aniquilador de materia y antimateria", identificado con el satélite GRANAT producto de una colaboración entre la Unión Soviética, Francia y Dinamarca para la observación de fuentes de radiación X dura y radiación gamma en el rango de energías 1 keV-10 MeV. Contrariamente a lo esperado, GRANAT encuentra que la fuente más intensa de radiación en ese intervalo del espectro de altas energías no es Sgr A\*, sino probablemente una fuente llamada 1E 1740.7-2942, descubierta previamente por el satélite Einstein para el estudio de fuentes de radiación X. Inmediatamente se sospecha que ésta puede ser la fuente responsable de una emisión variable en 511 keV reportada por experimentos con globos de la NASA, la cual es interpretada como debida a la aniquilación de materia y antimateria ( $e^- e^+$ ). En aquel entonces la naturaleza de esa fuente es desconocida.

Para revelar la naturaleza del "Gran Aniquilador de materia y antimateria" se requiere determinar su



**Figura 8:** Galaxias enanas de marea en la colisión de galaxias Arp 105 (Duc & Mirabel 1994).

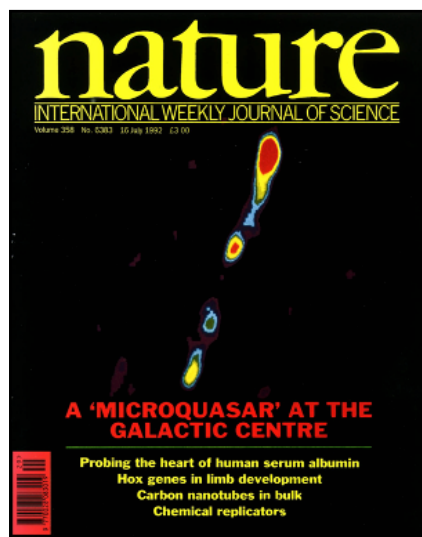


Figura 9: <sup>25</sup>Mirabel et al. (1992).



Figura 10: Rodríguez & Mirabel (Paris 1998).

posición con alta precisión por medio de observaciones complementarias. Mi hipótesis es que una fuente de fotones de alta energía también debe ser fuente de partículas de altas energías, que en interacción con campos magnéticos producen emisión sincrotrón en radioondas. A fin de localizar la posición en el cielo del “Gran Aniquilador” 1E 1740.7-2942 con una precisión mejor que un segundo de arco, se me ocurre realizar observaciones en radioondas con el interferómetro VLA, en forma simultánea con observaciones de X duros con el satélite GRANAT. Jacques Paul, Bertran Cordier y François Lebrun de CEA-Saclay-Francia proveen la información sobre las observaciones con GRANAT. Para las observaciones con el VLA propongo a Luis Felipe Rodríguez de la UNAM colaborar en este proyecto. Luis Felipe es especialista en observaciones con el VLA, con el cual ya había colaborado en estudios de flujos bipolares en regiones de formación estelar utilizando Arecibo y el VLA. Entonces enviamos una propuesta al VLA para monitorear el círculo de error de la emisión de altas energías del “Gran Aniquilador” determinado con GRANAT.

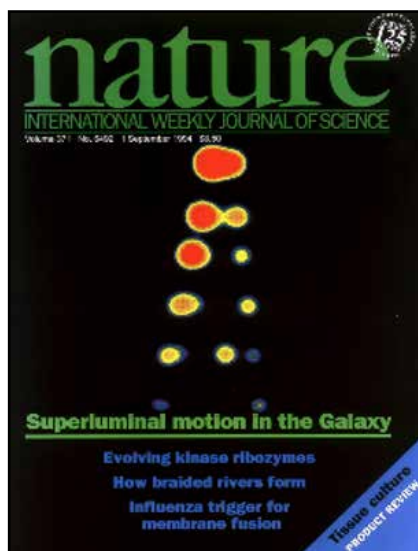


Figura 11: <sup>27</sup>Mirabel & Rodríguez (1994).

El monitoreo simultáneo en radioondas y radiación X-gamma muestra que las variaciones de una fuente de radio compacta observada con el VLA están correlacionadas con variaciones de la fuente de alta energía observada con el satélite GRANAT, lo cual permite confirmar que 1E 1740.7-2942 es la fuente de emisión gamma y se localiza la posición del “Gran Aniquilador” con una precisión mejor que un segundo de arco.

A medida que vamos adicionando los datos del monitoreo con el VLA, para nuestra sorpresa, comienzan a surgir condensaciones de emisión alineadas a ambos lados de la fuente compacta, las cuales se asemejan a los jets observados en los cuásares y radio galaxias. Al consultar los archivos del VLA vemos que existen observaciones de 1E 1740.7-2942 (P.I. Shri Kulkarni) que tienen más de dos años de antigüedad, por lo cual ya son de dominio público. Por respeto solicito y obtengo permiso de Kulkarni para la utilización de esas observaciones de archivo, la cuales incorporamos a las de nuestro monitoreo para producir la imagen en ondas de radio del “Gran Aniquilador”, que es la fuente compacta en el centro de jets bipolares que la revista Nature exhibe en la tapa (Fig. 9<sup>25</sup>). En la misma tapa la editorial reproduce el término “MICROQUASAR” que utilizamos en el manuscrito, y que posteriormente será adoptado por los astrofísicos para designar este tipo de objetos.

El término “microcuásar” sugiere una analogía más que morfológica, o sea, una analogía conceptual basada en la universalidad de la Física en el entorno de los agujeros ne-

gros, tanto sean estos de masa estelar como supermasivos de millones hasta miles de millones de masas solares (Fig. 12). El término “microcuásar” propone implícitamente que la fenomenología en las inmediaciones de los agujeros negros puede ser descrita por un único sistema de ecuaciones, independientemente de las masas de los agujeros negros, con la salvedad que las escalas de espacio y de tiempo son proporcionales a las masas de los agujeros negros. Esta idea es desarrollada más explícitamente en otra publicación en Nature (Fig. 12<sup>26</sup>), una vez confirmado por observaciones adicionales (Figs. 13 y 14) que la fenomenología de la acreción-eyección es análoga en microcuásares y cuásares, tal como se había sugerido en nuestra primera publicación seis años antes<sup>25</sup>.

El descubrimiento de los microcuásares en el comienzo es motivado por observaciones con globos desde la alta atmósfera de la posible variación de la intensidad global de la línea de aniquilación electrón-positrón de 511 keV proveniente de la región del centro galáctico. La búsqueda del “Gran Aniquilador”, o sea, de la fuente compacta responsable de esa supuesta variación nos llevó a 1E 1740.7-2942, que si bien es una fuente de emisión variable en ese rango de energía, no puede dar cuenta de la intensa variación global comunicada por las observaciones con globos de NASA. De hecho, el satélite INTEGRAL, sucesor de GRANAT, posteriormente no detecta las variaciones globales de la radiación en 511 keV tentativamente reportadas por los experimentos con globos de NASA en décadas anteriores.

Por una premisa que posteriormente resulta errónea, se encuentra una verdad inesperada que abre un nuevo territorio de investigación. *Esto muestra que en ciencia, a partir de hipótesis falsas se puede encontrar verdades, como lo establece la lógica de Aristóteles. En ciencia, y quizás también en la vida, el miedo al error es miedo a la verdad.*

Descubrimiento de movimientos superlumínicos aparentes en la Galaxia.

Si la analogía microcuásar-cuásar es correcta, con Luis Felipe Rodríguez nos preguntamos en 1992 si los microcuásares podrían producir jets con movimientos aparentes superlumínicos, tal como se observan en los cuásares y radiogalaxias, con velocidades aparentes de hasta decenas de veces la velocidad de la luz. Hasta ese momento, en los cuásares se detectan jets solamente de un lado de la fuente compacta, lo cual no permite determinar con certeza los parámetros físicos de los jets relativistas, como ser, su velocidad intrínseca y potencia.

Una noche colegas franceses de la misión GRANAT me informan sobre el descubrimiento de un objeto en el plano galáctico, que en forma repentina, ha comenzado a producir intensa radiación X y gamma. Esa fuente se llama GRS 1915+105 (“GR”=GRANAT; “S”=Source; 1915+105=coordenadas ecuatoriales). Sospechando que esa radiación de alta energía puede estar asociada a la génesis de potentes jets relativistas, suponemos que GRS 1915+105 puede ser el candidato esperado para la detección de movimientos aparentes superlumínicos en la Galaxia. Comienzo a escribir una propuesta para monitorear GRS 1915+105 con el VLA de NRAO, pero descubro que en unas horas más, a medianoche del uso horario en el Este de los Es-

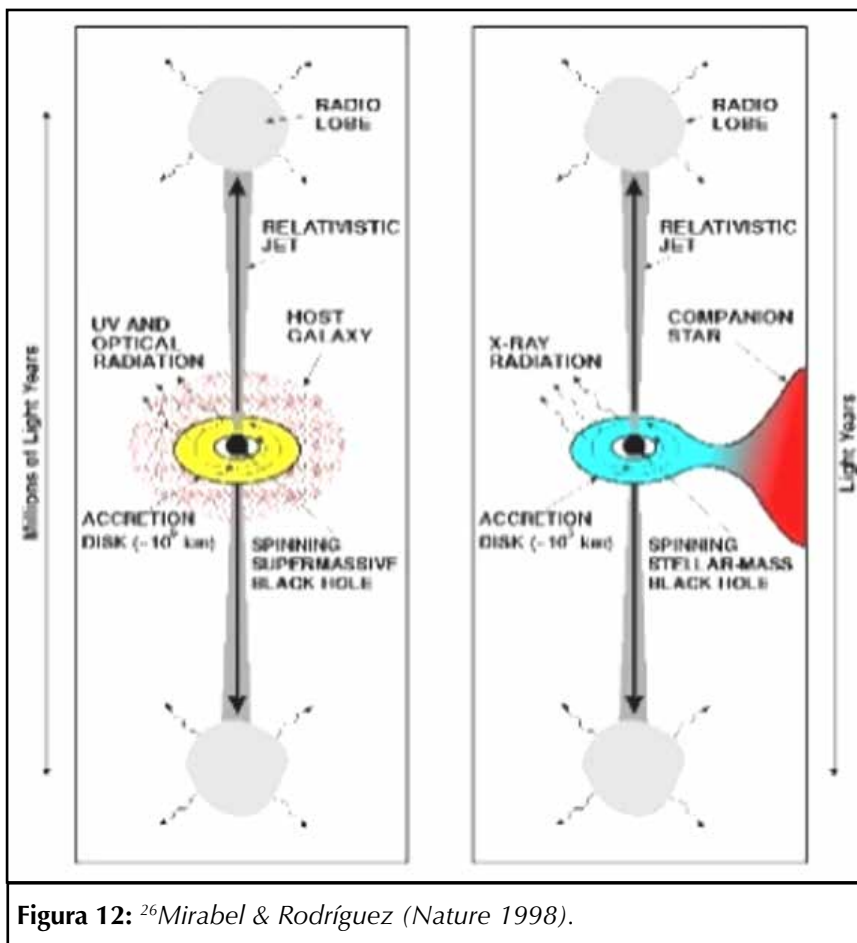


Figura 12: <sup>26</sup>Mirabel & Rodríguez (Nature 1998).

tados Unidos, se cumple el tiempo límite para la recepción de propuestas de observación con el VLA de NRAO en estado de Nuevo México. Esa noche no ceno porque debo escribir rápidamente una propuesta para obtener tiempo de observación para este nuevo "blanco de oportunidad" ("target of opportunity"). Afortunadamente, logro entrar la propuesta unos minutos antes de la hora límite ("deadline") en el fax de la oficina del NRAO en Charlottesville, estado de Virginia. Sin embargo, me llama la atención que días después no recibo acuso de recepción de la propuesta.

A comienzos de la década de los años 90 los observatorios óptico-infrarrojos y radioastronómicos todavía no estaban habituados a realizar las observaciones de blancos de oportunidad necesarias para una comprensión integral de las fuentes cósmicas de altas energías, que en general se caracterizan por ser muy variables. En aquel ya había comenzado a realizar ese tipo de observaciones, primero con Arecibo, y luego con el radiotelescopio milimétrico de 30m de IRAM en la Sierra Nevada de Andalucía.

GRS 1915+105 además de ser monitoreado con GRANAT, también lo es con el satélite de NASA "Rossi X-Ray Timing Explorer" (RXTE), de radiación X en cuatro bandas y de gran campo. RXTE provee información sobre las observaciones en tiempo casi real. Por el análisis de los datos que vamos analizando de GRANAT y RXTE, se intuye con cierta anticipación, por los cambios de intensidad e índice espectral de la radiación X, cuando se producirá una nueva eyección de potentes jets.

Algunos meses después llega el momento en que anticipamos la posibilidad una nueva erupción, por lo que solicito la utilización del tiempo

de observación de la propuesta. Sin embargo, el director de operaciones del VLA responde que no han recibido ninguna propuesta para justificar la ejecución de las observaciones que solicito. Llamo a la oficina de NRAO en Charlottesville, Virginia, y la secretaria recuerda muy bien haber recibido el fax de la propuesta y haberlo reenviado a la oficina de recepción de propuestas en Socorro, estado de Nuevo México. En realidad por la urgencia yo había enviado por error el fax de la propuesta a la oficina en Virginia en vez de enviarla a la oficina de NRAO en Socorro, Nuevo México. Llamo por teléfono a Miller Goss, director de operaciones del VLA, constata la recepción de la propuesta a tiempo, y concede en forma discrecional el tiempo de observación. A partir de ese momento, por un tiempo permanecemos al asecho de un brote de alta energía y de una intensa emisión en radioondas proveniente de GRS 1915+105.

Por azar se producen circunstancias favorables para este proyecto. En ese momento Luis Felipe Rodríguez está en año sabático en el sitio del VLA, en el estado de Nuevo México, a fin de instalar receptores de 7mm en las antenas del VLA. Por una estimación errónea del costo de esos receptores por parte del personal de NRAO, el presupuesto que obtiene Luis Felipe de instituciones mexicanas para la compra de receptores solo alcanza para 10 en vez de 27 receptores, por lo que quedan disponibles para otros proyectos las 17 antenas restantes del arreglo de 27 antenas del VLA.

Observaciones de archivo con el VLA de la región del cielo que contiene GRS 1915+105 en diferentes épocas, y observaciones de monitoreo en el contexto de nuestra propuesta, muestran la aparición y desaparición de fragmentos de emisión

en radioondas alrededor de GRS 1915+105. Aún no sabemos si esos fragmentos se deben a emisiones isotrópicas análogas a "fuegos artificiales", distribuidas aleatoriamente alrededor de la fuente compacta, o si se deben a eyecciones colimadas de jets relativistas análogas a las observadas de jets colimados con velocidades de un cuarto de la velocidad de la luz en el sistema estelar binario SS 433 identificado ópticamente, compuesto por una estrella masiva y un objeto compacto, y que se creía único en la Galaxia.

Un fin de semana Luis Felipe me comunica desde el VLA en Nuevo Mexico que la fuente compacta de radioondas aparece por primera vez con gran intensidad y con forma ligeramente ovalada. Además, casualmente en ese momento la atmosfera tiene un nivel de humedad alto, por lo que las observaciones en 7mm son interrumpidas, y consecuentemente las 17 antenas restantes se pueden utilizar para las observaciones en 3.6cm de nuestro proyecto. Unos días después aparece un par de condensaciones que se han desprendido de la fuente compacta y manifiestan asimetría en brillo y velocidad.

Esto es interpretado como debido a "Doppler boosting". La condensación del lado "izquierdo" en la figura 11 parece moverse más rápido y ser más brillante porque se mueve hacia el observador, mientras que la condensación que parece menos luminosa y moverse más lentamente hacia el lado derecho se debe a "de-boosting", alejándose del observador. Esto confirma que se trata de una eyección relativista anti-simétrica de nubes de plasma gemelas hacia ambos lados de la fuente central. La aparición de jets relativistas a ambos lados de una fuente de eyección, alejándose de la misma con velocidades aparentes mayores

a la velocidad de la luz, es la primera vez que se observa.

En ese momento compro pasaje de avión para Socorro en Nuevo México a fin de seguir las observaciones del movimiento de los jets en el plano del cielo, hasta su desaparición un mes y medio después. Cuando terminamos las observaciones de este evento sin precedentes, Luis Felipe se encarga de hacer una exposición de este descubrimiento en el NRAO en Nuevo México. Al terminar la exposición el director Miller Goss declara que este es el descubrimiento más importante hasta aquel momento realizado con las facilidades de NRAO.

Las asimetrías aparentes en brillo y velocidad de los jets son explicadas en términos de una eyección antisimétrica de jets gemelos a una velocidad de 95% la velocidad de la luz, a lo largo de una dirección que forma un ángulo de 70° con la línea de la visual. Si la velocidad de la eyección es de 0.95c y suponiendo que en las eyecciones hay 1 protón por cada electrón, los cuales deben tener factores de Lorentz de  $10^3$  para producir emisión sincrotrón, se infiere que la energía cinética de la eyección es enorme, de  $3 \times 10^{46}$  erg, equivalente a 1/3 de la masa de la Luna moviéndose a 95% de la velocidad de la luz.

Comprender cabalmente las observaciones en términos de la relatividad restringida nos lleva varios días. Luego nos enteramos que dar cuenta de este fenómeno en términos de una eyección a velocidades cercanas a la velocidad de la luz es el primer problema formulado en las Olimpiadas Internacionales de Física que tienen lugar en Suecia, unos meses después de la publicación<sup>27</sup>, la cual ha sido citada en más de 1000 publicaciones científicas con referato. En la competencia olímpica

los jóvenes deben resolver este mismo problema en algunas decenas de minutos, cuando a nosotros nos llevó días, lo cual nos llamó la atención y nos hizo sentir un poco lentos. Pero pensándolo bien *una cosa es resolver un problema dado, y otra es llegar a formular el problema para luego resolverlo.*

Además del descubrimiento en la Galaxia de eyecciones con movimientos aparentes superiores a la velocidad de la luz provenientes de las cercanías de un agujero negro, en la publicación<sup>27</sup> se propone un nuevo método en astronomía para la determinación de las distancias de fuentes de eyecciones relativistas en el universo. Si hay protones en las eyecciones, es factible la observación de líneas espectrales provenientes de iones, las que combinadas con los movimientos propios en el plano del cielo, permitirían determinar por un nuevo método las distancias a las que se encuentran las fuentes de eyecciones relativistas. Aunque este método es correcto del punto de vista teórico, actualmente es difícil de implementar en la práctica.

La confirmación por observaciones de un nuevo método para determinar distancias en astronomía hubiera sido de suma importancia. Por ello, en el mismo momento en que aparece la publicación de la Figura 11 el 1 de setiembre de 1994, me encuentro en el observatorio de Mauna Kea, Hawaii, realizando la búsqueda de líneas espectrales provenientes de los jets de GRS 1915+105. Esta búsqueda resulta infructuosa por dos razones posibles: o los jets son puramente leptónicos y no hay iones para observar líneas espectrales de recombinación, o si las hay, las líneas espectrales quizás son tan anchas en frecuencia que desbordan el rango de detección del espectrómetro. Quizás vale la pena

intentar nuevamente con el nuevo espectrómetro X-SHOOTER de ESO, que tiene un ancho de banda que cubre en forma simultánea longitudes de onda de UV-ópticas-infrarrojas (300-2500 nm).

El órgano de prensa de mayor difusión en Argentina presenta en setiembre de 1994 sin ética profesional y en forma lamentable este descubrimiento. Mientras estoy intentando la detección de esas posibles líneas espectrales a 4200m en Mauna Kea, Hawaii, periodistas del diario Clarín intentan contactarme sin éxito para una nota sobre el descubrimiento de movimientos superlumínicos aparentes en la Galaxia. Entonces la editorial de ese diario simula una entrevista con una foto mía de archivo en una publicación a dos carillas completas anunciando que "un astrónomo argentino destrona la teoría de la relatividad de Einstein", pues ha encontrado velocidades superiores a la de la luz...cuando en el artículo se da cuenta de esa apariencia con ecuaciones de la teoría de la relatividad. La especialidad del que ha hecho la nota es el periodismo sobre fútbol. Con el fin de lograr sensacionalismo, en este caso el diario Clarín en forma impune falseó la realidad. *Felizmente, en los últimos 25 años el periodismo científico en Argentina ha evolucionado cumpliendo en la actualidad un rol muy importante para la educación de las futuras generaciones.*

Más tarde, se encuentra por medio de nuevos satélites y observatorios Cherenkov en la superficie terrestres emisión en GeVs y TeVs provenientes de microcuásares y otros tipos de sistemas estelares binarios de alta masa con objetos compactos (agujeros negros y estrellas de neutrones), por lo que la revista Science me solicita artículos de perspectiva sobre esta nueva área de la astrofísica de altas energías<sup>29,30</sup>.



## Acreción de materia y génesis de jets relativistas en agujeros negros

El estudio de microcuásares ha permitido por primera vez observar en tiempo real y comenzar a comprender la física de la relación entre acreción-eyección en agujeros negros. Como la escala de tiempo de los fenómenos en el entorno de agujeros negros es proporcional a la masa del agujero negro, en el lapso de una hora se puede observar en una binaria X con un agujero negro de 10 masas solares como GRS 1915+105, la relación entre las inestabilidades en el disco de acreción y la génesis de jets relativistas que se muestra en la figura 14. En esa figura se muestra las observaciones simultáneas en radiación X (color negro) con el satélite RXTE de NASA, en el infrarrojo a 2.2 micrones (color rojo) con el telescopio UKIRT en Hawaii, y en radio a 3.6cm (color azul) con el VLA. La emisión en X proviene del disco de acreción (Fig. 13) que después de amplias inestabilidades, decrece súbitamente en energías equivalentes a  $10^6$  luminosidades solares, al mismo tiempo que el índice espectral cambia en radiación X del estado "low-hard" a "high-soft". Durante algunos minutos permanece en este estado hasta que un pico de emisión en la radiación X asociado a una reversión del índice espectral, marca el inicio de una eyección que primero se observa como emisión sincrotrón a 2 micrones (en rojo), y luego, con un retardo de ~15 minutos se observa con el VLA a 3.6cm (en azul).

La Fig. 14 muestra las primeras observaciones simultáneas multi-frecuencia (en X, Infrarrojo y radio) de un fenómeno de acreción-eyección en el entorno de un agujero negro. Este resultado se obtiene luego de más de una decena de intentos, con una tasa de fracasos mayor que el 90%, ya que para estas observa-

ciones fue necesario coordinar la disponibilidad simultánea de los tres instrumentos en observatorios diferentes (RXTE en el espacio, UKIRT en Hawaii y el VLA en Nuevo México). Además, una vez que se obtiene la disponibilidad simultánea de los tres instrumentos, para obtener las observaciones en los tres dominios de longitud de onda, la fuente debe "colaborar", es decir, debe generar una eyección en el preciso momento en que las condiciones de observación están dadas.

Para la interpretación de estas observaciones se hace referencia a las figuras 13 y 14. El disco de acreción entra en un proceso de fuertes inestabilidades (color negro), y súbitamente la parte interior del mismo

desaparece más allá del horizonte hacia el agujero negro. Luego, la parte interior vaciada del disco de acreción comienza a rellenarse hasta que 5 minutos después, asociado a la inversión del índice espectral, se produce un pico en radiación X, que marca el inicio de la eyección. Esta consiste en un plasma denso que a medida que se expande adiabáticamente deviene progresivamente transparente para longitudes de onda más largas, primero en radiación X "soft", luego la emisión sincrotrón a 2 micrones (color rojo), y en ondas centimétricas (color azul) con un tiempo de retardo de 15m.

Es interesante señalar que el tiempo de retardo observado entre el pico de emisión en ondas de ra-

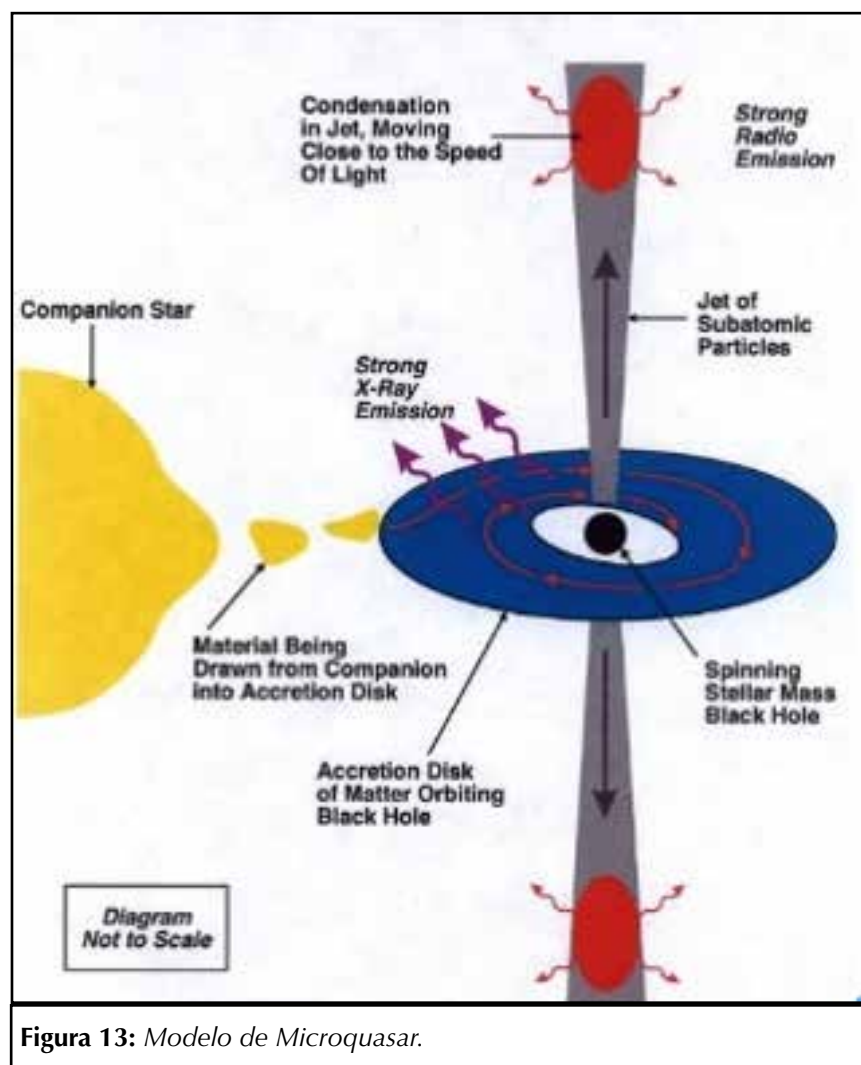


Figura 13: Modelo de Microcuasar.

dio a 3.6cm, respecto al pico de la emisión en el infrarrojo a 2 micras, es el mismo que se infiere utilizando ecuaciones formuladas en forma puramente teórica en el año 1960 para eyecciones relativistas en cuásares, suponiendo expansión adiabática de los jets<sup>31</sup>.

Una relación análoga entre instabilidades en el disco de acreción y la eyección de jets relativistas es reportada en el cuásar 3C 120, las cuales son publicadas cuatro años más tarde, pero en intervalos de años en vez de minutos<sup>32</sup>, como la analogía cuásar microcuásar predice. Estos trabajos teóricos previos y observaciones posteriores confirman definitivamente la analogía cuásar-microcuásar propuesta por Mirabel & Rodríguez (1998)<sup>26</sup>.

En la figura 15 se muestran imágenes de los jets generados durante el tipo de mini-eyecciones que se muestran en la figura 14. Estas imágenes son obtenidas con el interferómetro VLBA de NRAO, que consiste en 10 antenas distribuidas en territorio de Estados Unidos, entre Hawaii y las Islas Vírgenes en el mar Caribe. Estos jets son compactos, de tamaños de algunas pocas centenas de unidades astronómicas, colimados en la misma dirección de las potentes eyecciones del tipo que se muestra en la figura 11. Las investigaciones sobre microcuásares hasta el año 1998 son sintetizadas en la publicación en ARAA<sup>28</sup>, artículo que tiene más de 760 citas.

Formación de agujeros negros por implosión (colapso directo) de estrellas de gran masa

La formación de agujeros negros de origen estelar y de agujeros negros supermasivos en los centros dinámicos de las galaxias masivas son cuestiones importantes en astrofísica de altas energías. En colaboración

con Irapuan Rodrigues, doctorado en la universidad de Rio Grande do Sud en Porto Alegre, actualmente profesor en una universidad del estado de San Pablo, iniciamos un programa de análisis de observaciones de agujeros negros en sistemas binarios de radiación X, para determinar su cinemática y a partir de la misma inferir el mecanismo de formación de agujeros negros estelares. Se sabe que los agujeros negros estelares se forman cuando las estrellas masi-

vas agotan el combustible nuclear colapsando en una singularidad. Una de las cuestiones a dilucidar en este proceso consiste en saber si las estrellas masivas terminan su vida explotando como supernovas energéticas, tal como habitualmente se supone. De ser así, los agujeros negros en sistemas binarios de radiación X deberían ser despedidos de su lugar de formación, y se debería observar que se mueven con veloci-

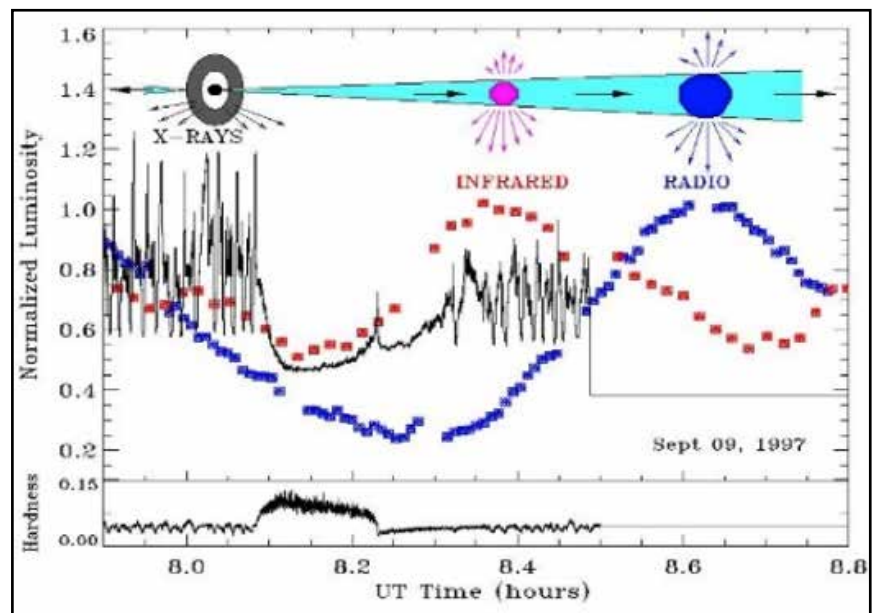


Figura 14: <sup>26</sup>Mirabel & Rodríguez, *Nature* (1998).

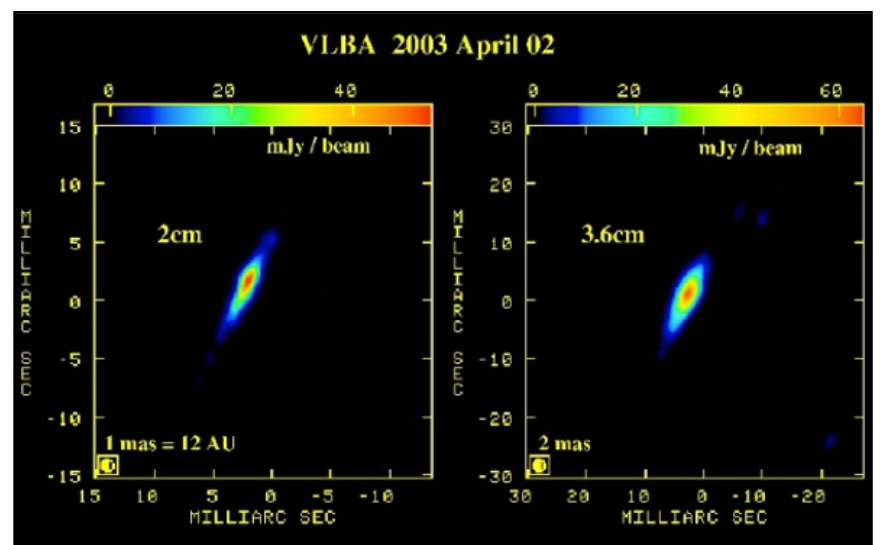


Figura 15: *Jets compactos* <sup>33</sup>Dhawan, Mirabel, Rodríguez (2000).

dades espaciales anómalas respecto al medio donde se han formado.

Para obtener la velocidad espacial en tres dimensiones utilizamos los jets compactos observados en los microcuásares para determinar los movimientos propios, las velocidades radiales determinadas a partir de espectros de las estrellas compañeras, y las distancias determinadas por diferentes medios. Los datos disponibles nos permitieron inferir las velocidades espaciales para solo cinco sistemas con agujeros negros. La conclusión tentativa a partir de esta pequeña muestra es que los agujeros negros con masas iguales o mayores que 10 masas solares se forman –contrariamente a lo que se creía– por implosión total o casi total, sin supernovas energéticas, como es el caso del agujero negro de ~15 masas solares en Cygnus X-1, el cual ha permanecido anclado y se mueve conjuntamente con su asociación estelar de origen Cygnus OB3 (Fig. 17.<sup>34</sup>).

Es posible que agujeros negros con masas menores que 10 masas solares se formen a través de explosiones de supernovas, como es el caso de las estrellas de neutrones. Un ejemplo de ello podría ser XTE J1118+480 (figura 18), el primer agujero negro en una binaria X identificado en el halo de la galaxia. Se ha propuesto que este sistema habría sido catapultado desde el disco hacia el halo de la Galaxia por la explosión de la supernova natal del agujero negro. Sin embargo, no se puede excluir que el agujero negro en XTE J1118+480 haya sido eyectado por interacción dinámica de una región de alta densidad estelar en un cúmulo globular, atrapando una pequeña estrella para su largo viaje por el halo galáctico. La contribución de Vivek Dhawan, de origen indio, y en aquel entonces “project manager” del VLBA de NRAO, ha sido esencial

para la programación, ejecución y análisis de las observaciones con el VLBA.

Actualmente, esta línea de investigación iniciada con Irapuan Rodrigues y Vivek Dahwan es desarrollada por diferentes grupos de investigación. Utilizando observaciones VLBI de los jets compactos en radioondas, y más recientemente con los datos de creciente precisión que se están obteniendo con GAIA

en el óptico, se puede determinar paralajes trigonométricas y movimientos propios de más alta precisión. Nuestra conclusión tentativa sobre la formación por implosión de agujeros negros de masas mayores que 10 masas solares (Cygnus X-1 y GRS 1915+105), ha sido confirmada por diferentes grupos de investigación utilizando nuevas observaciones. La síntesis de resultados de esta línea de investigación sobre la formación de agujeros negros estelares



Figura 16: Irapuan Rodrigues.

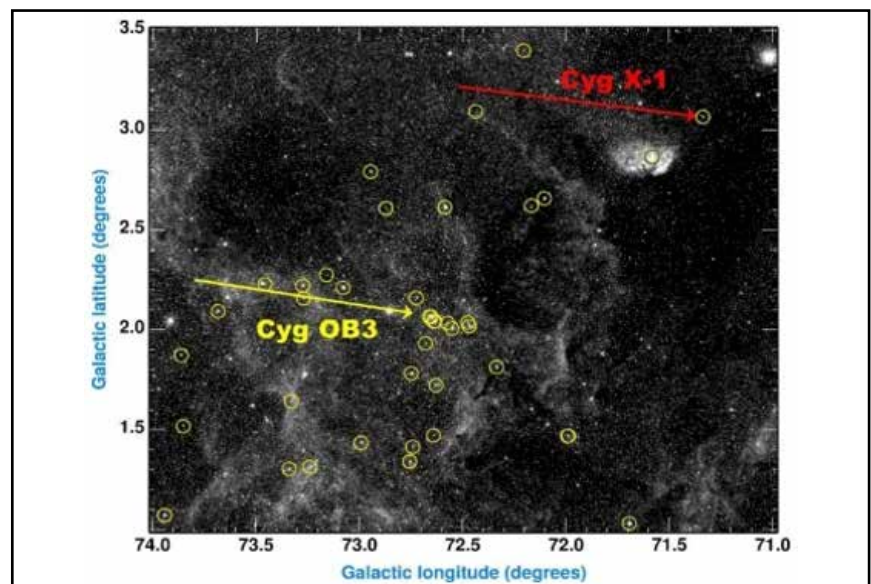


Figura 17: <sup>34</sup>Mirabel & Rodrigues (Science 2003).

en binarias X y agujeros negros binarios se encuentra en *New Astronomy Reviews* (2017)<sup>36</sup>.

¿Microcuásares en la época oscura del universo?

En el año 2010 recibo una invitación para asistir a una reunión en la Universidad de Maryland a fin de realizar una conferencia de síntesis general sobre microcuásares. En esa oportunidad, de acuerdo a los resultados astrofísicos sobre agujeros negros en sistemas binarios de la época, formulo una nueva hipótesis: en los albores del universo deberían haberse formado en forma prolífica, a partir de las estrellas binarias masivas de primera generación, agujeros negros estelares que acretan masa de la estrella compañera. Por la retroacción en radiación X y jets relativistas deberían impactar en forma significativa en la física del medio interestelar e intergaláctico en las épocas oscuras y de re-ionización que tuvieron lugar durante los primeros 400 millones de años del universo.

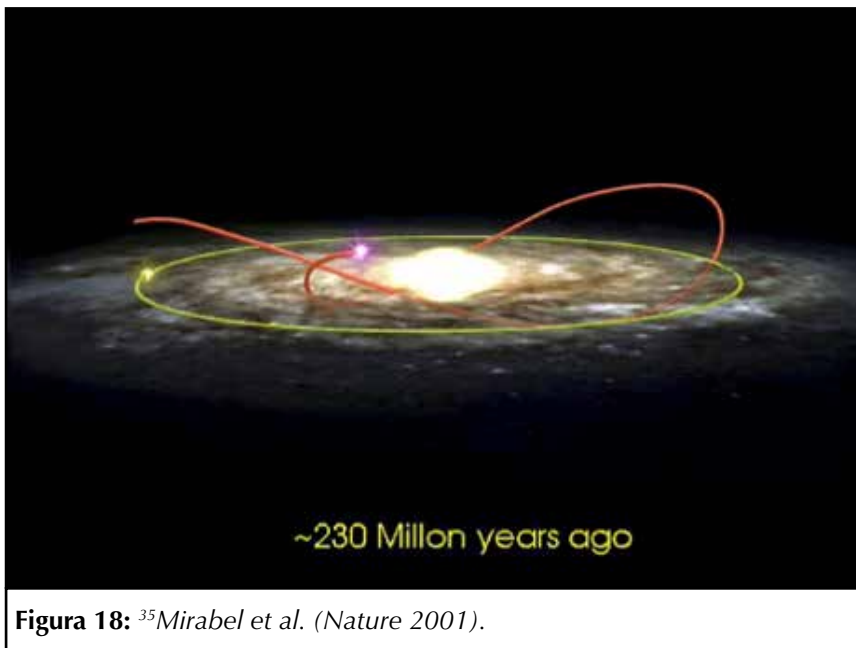
En la pausa de café de aquella reunión en Maryland, Avi Loeb

de origen israelí y director del departamento de astrofísica teórica de Harvard, manifiesta interés en esta hipótesis. Luego de una breve conversación ofrece su colaboración para el desarrollo teórico de esta hipótesis con participación de sus investigadores post-doctorales, Mark Diskra de origen holandés y Jonathan Pritchard de origen inglés, este ultimo actualmente "lecturer" en el Imperial College de Londres. Por mi parte invito a participar en esta colaboración a Philippe Laurent de origen francés y miembro de APC-Universidad de Paris y CEA-Saclay. Este trabajo interdisciplinario que incorporaba nuevos resultados de diferentes áreas de la astrofísica predice una señal de absorción del hidrogeno atómico proveniente del amanecer del universo cuando este tenía una edad menor a 200 millones de años. Ese trabajo es publicado en 2011<sup>37</sup>, lo cual motiva un *News & Views in Nature*<sup>38</sup>.

Siete años después se publica la posible detección de tal señal de absorción por medio de un experimento llamado EDGES<sup>39</sup>, lo cual produce gran excitación, ya que la absorción reportada de acuerdo a

la contribución de Pritchard y Loeb, se habría producido a la misma frecuencia de la absorción predicha en nuestro trabajo de 2011. Sin embargo, la amplitud de la absorción tentativamente detectada por EDGES es 2 -3 veces más profunda que la predicha contra el fondo cósmico de microondas. Ello lleva a proponer que debería existir un fondo cósmico de radioondas sincrotrón debido a una población muy grande de microcuásares formados en el albor del universo<sup>40</sup>.

Tal hipótesis resulta ser incorrecta. Cálculos recientes por Luis Felipe Rodríguez en un trabajo que acabamos de terminar demuestran que los agujeros negros estelares en sistemas binarios de alta masa (microcuásares), contrariamente a lo supuesto en 2011, son ineficientes para producir un fondo cósmico de radioondas sincrotrón que podría explicar la absorción reportada por EDGES. El resultado de este cálculo es consistente con nuevos resultados astrofísicos sobre la formación de los agujeros negros en sistemas binarios de alta masa conocidos. Igualmente, agujeros negros solitarios de origen estelar formados a corrimientos al rojo de  $z=20$ , independientemente de sus masas (estelares o supermasivos), tampoco pueden explicar la absorción reportada por EDGES. En este contexto se concluye que si EDGES o una absorción de HI adicional a la del fondo de microondas cósmico se confirman por experimentos futuros, ello implicaría la existencia de agujeros negros supermasivos cuando el universo tenía una edad menor a 100 millones de años, los cuales no pueden haber sido formados a partir de estrellas menos masivas que 120 masas solares<sup>41</sup>. *¿Podría ser este otro ejemplo de una investigación científica en que a partir de una hipótesis errónea se comienza a deslumbrar una nueva realidad?*



**Figura 18:** <sup>35</sup>Mirabel et al. (*Nature* 2001).

## ■ GESTIÓN Y DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA EN ARGENTINA Y AMÉRICA DEL SUR

Menciono algunos aspectos que considero destacables, como la obtención de un subsidio de la National Science Foundation de USA para la donación al IAR del autocorrelador espectral del observatorio de Arecibo (~200.000 USDs en los años 1984-1986); haber sido Representante y Director de la oficina de ciencia del Observatorio Europeo Austral (ESO) en Chile, y Ejecutivo por Europa para la construcción del Atacama Large Millimeter Array (ALMA) en 2004-2009; haber organizado la Primera escuela Latino Americana de Astrofísica en Chile (año 2006; 300 participantes de 15 países); haberme desempeñado como Miembro del comité de búsqueda de sitio para el Cherenkov Telescope Array (CTA) (2013-17), y la Iniciación de Cafés Científicos en Santiago y Antofagasta de Chile, así como en el café Tortoni de Buenos Aires, en colaboración con la periodista Nora Bar, auspiciado por la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (2014-presente). Muy importante ha sido mi idea y gestión inicial del Proyecto LLAMA ("Large Latin American Millimeter array").

### Proyecto LLAMA

En la década de los años 1980 llego al convencimiento que el territorio argentino puede ser de interés para la instalación de proyectos astronómicos internacionales en el hemisferio sur que no requieren atmosfera de baja turbulencia, ya que el Norte de Chile ofrece las mejores condiciones para observaciones en los rangos de longitudes de onda óptica y del infrarrojo cercano. Por tal razón, a partir de 1984, comienzo a explorar la Puna de Salta y Jujuy para

la posible instalación de facilidades astronómicas que requieren una atmosfera seca a más de 3.500 metros de altura sobre el nivel del mar. Por iniciativa puramente personal realizo una primera búsqueda de sitio para el proyecto europeo LSA (Large Submillimeter Array). Inicialmente, este proyecto consistía en un arreglo de radiotelescopios de 20m de diámetro para observaciones milimétricas capaz de observar galaxias como la Vía Láctea a corrimientos al rojo de  $z > 6$ , cuando el universo tenía menos de  $10^9$  años. Como el sitio debe instalarse en un área plana y extensa en alturas a 3500-4000 metros, durante 10 días realizo una búsqueda a lo largo de la vía del "Tren de las Nubes" que conecta las ciudades de Salta en Argentina con Antofagasta en Chile. Para ello obtengo ayuda de la gobernación de Salta que provee un vehículo 4x4 con un conductor y geólogo conocedores de la Puna.

En esta primera exploración identifico sitios para el LSA, como ser el llano al pie de Macón y otros. Un informe completo sobre los sitios posibles es enviado al IRAM (Instituto de Radio Astronomía Milimétrica) europeo que lidera LSA. Sin embargo, por una combinación del liderazgo norteamericano en astronomía milimétrica y razones políticas, los europeos deciden plegar el proyecto LSA al americano MMA (Millimeter Array) y desarrollar conjuntamente con USA y Japón el nuevo proyecto ALMA (Atacama Large Millimeter Array) en Chile a 5200 metros sobre el nivel del mar en el llano de Chajnantor. Este proyecto requiere una inversión de unos  $1,4 \times 10^9$  USDs para su construcción inicial, y para su operación posterior ~10% anual de esa inversión inicial. ALMA es un observatorio que desde su primera luz ha producido resultados científicos de gran impacto.

En el periodo 2004-2009 desempeño funciones en el Observatorio Europeo del Sur (ESO) como Representante de ESO y Director de la oficina de Ciencias en Chile. Mi función como Representante de ESO incluye la responsabilidad ejecutiva por ESO en la construcción compartida con los norteamericanos (USA y Canadá) del proyecto ALMA. En 2004 comienzo a concebir LLAMA con la finalidad de integrar la astronomía en Argentina a la ciencia de frontera generada por ALMA. La instalación de dos antenas en la Puna, a unos 180 km de ALMA haría posible incrementar la resolución angular de las observaciones con ALMA en un orden de magnitud, lo cual concebí como una necesidad futura para la continuación y profundización de proyectos científicos con ALMA en diferentes áreas de la astrofísica. De este modo los futuros astrónomos latinoamericanos podrían intervenir en la ciencia con ALMA, a un costo relativamente bajo comparado con el costo para entrar formalmente como país miembro de las organizaciones internacionales que financian ALMA. En 2007 la sobre-suscripción de tiempo de observación para el radiotelescopio APEX operado por ESO y el Instituto Max Planck de Bonn, prototipo similar a LLAMA, es mayor que para los telescopios del VLT de ESO...

Para comenzar, presento un manuscrito sobre la idea de LLAMA a Thijs de Graauw, director de ALMA, el cual expresa una opinión muy favorable del proyecto LLAMA, lo cual me estimula para continuar adelante. En el año 2007, la misma semana de la creación del MinCyT en Argentina, presento el manuscrito al Dr. Charreaux, presidente del Conicet, el cual me apoya y acompaña para hablar con el ministro del MinCyT. En el contexto de integración regional de aquella época, concibo

el desarrollo de LLAMA en colaboración con Brasil. En consecuencia, a fin de conseguir el financiamiento explico el proyecto a Jacques Lepine, Zulema Abraham y Bete de Gouveira Dal Pino de la universidad de San Pablo. En el año 2008 LLAMA es definido en asamblea de la Asociación Argentina de Astronomía y en la hoja de ruta del MinCyT, como el proyecto prioritario de la astronomía en Argentina. Ese mismo año organizamos con Marcelo Arnal y Ricardo Morras por Argentina, y Jacques Lepine, Zulema Abraham y Bete Gouveira Dal Pino por Brasil, un workshop sobre LLAMA en la Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional en Río de Janeiro, donde LLAMA es presentado como una ventana de oportunidad para la Astronomía en Sur América.

Finalmente en 2014, 30 años después de haber iniciado mi exploración de la Puna Salteña para proyectos astronómicos en ondas milimétricas, y 7 años después de haber iniciado las gestiones ante el CONICET y MinCyT de Argentina y

mis colegas brasileños ante FAPESP de Brasil, se firma un convenio entre MinCyT y la fundación FAPESP del estado de San Pablo, donde se toma el compromiso de una inversión de 10 millones de USDs por cada una de las partes. Argentina es responsable del desarrollo de la infraestructura civil y del personal a cargo en el sitio, Brasil de la compra de la antena e instrumental adicional.

A partir de 2015 se lleva a cabo la construcción del camino hasta el sitio a 4850m y el edificio de LLAMA en San Antonio de los Cobres, a cargo de MinCyT y Gobernación de Salta, respectivamente. Por otra parte, los componentes de la antena e instrumental adicional comprados por FAPESP a un costo de unos 10 millones de USDs son transportados hasta Alto Chorrillos a 4850m sobre el nivel del mar. Pero lamentablemente durante 4 años, en el periodo 2016-2019 el MinCyT es degradado a nivel de Secretaria, y esta detiene el financiamiento para el proyecto LLAMA, quedando abandonado a 4850m sobre el nivel del mar el

instrumental comprado por FAPESP. Recientemente, el MinCyT ha relanzado el proyecto LLAMA con la incorporación de la empresa INVAP en la fase de construcción ingenieril de LLAMA hasta su primera luz.

En el año 2007 había concebido LLAMA para operar en dos modos posibles: como antena solitaria o como componente adicional de interferómetros en ondas milimétricas; con ALMA a 180 kms, y como parte del "Event Horizon Telescope" (EHT) con líneas de base intercontinentales de miles de kms. Por la suspensión durante cuatro años del financiamiento de LLAMA por parte de las autoridades, y el consecuente abandono del instrumental a 4850m, se ha perdido la posibilidad de participar en el experimento global por el cual se obtuvo con el EHT la primera imagen directa de un agujero negro supermasivo, así como la posibilidad de contribuir en las investigaciones de gran impacto con ALMA en las fronteras de la astronomía, astrofísica y cosmología.

## A WINDOW OF OPPORTUNITY FOR SOUTH AMERICAN ASTRONOMY

The possibility of installing two radio telescopes for millimeter and sub-millimeter wavelengths, in the Argentinean side of the Atacama desert at distances of 180-210 km from Chajnantor (the site of ALMA), and altitudes greater than 4700 meters, has been discussed among astronomers of Argentina and Brazil.

The support to this idea has been ratified in September 2008 by the Argentinean Astronomical Assembly. In Brazil it is being studied as one of the possible key science goals of the recently approved Astrophysics National Science Institute by the Brazilian National Council of Research - CNPq. Top authorities of Science and Technology in Argentina informed that in the context of regional integration, funds may be available for original projects on basic sciences, with technology transfer components.

The initial US\$ 20 million investment of LLAMA would allow Argentine and Brazilian scientists to develop millimeter and sub-millimeter single dish ra-

dio astronomy, as well as integration in global experiments with Very Long Baseline Interferometer networks. Of particular interest may be VLBI with already existing radio telescopes in Chajnantor (APEX and ASTE), and in the long run with elements of the ALMA array. Site testing in Argentina has been carried out for three years in Macón (4600m, 180km SE of ALMA) with equipment provided by UNAM (México), and further site testing started at other site 180 km SE of Chajnantor (see attached map). A proposal for initial funding to carry on the in depth study of this project will be submitted by December 2009.

We invite you for an open meeting on this project that will take place on Tuesday August 11 at 17:30 in room 2.11.

I.F. MIRABEL, M. ARNAL,  
R. MORRAS, G. ROMERO,  
J. LEPINE, Z. ABRAHAM,  
EL. M. DE GOUVEIRA DAL PINO



LOCATION OF CHAJNANTOR, MACÓN AND CHORRILLOS. THE YELLOW LINE SHOWS THE BORDER BETWEEN ARGENTINA AND CHILE, THE BLACK LINE THE RAILWAY TRACK SALTA-ANTOFAGASTA.

**Figura 19:** Publicación en el diario de la Unión Astronómica Internacional anunciando el lanzamiento del proyecto LLAMA (2008).

## ■ REFLEXIONES FINALES

En el casi medio siglo de trabajo como investigador científico he aprendido que proyectos mayores en la frontera de la ciencia requieren políticas de estado con estructuras administrativas a cargo de científicos que comprendan la necesidad de respuestas rápidas a las oportunidades únicas que se brindan en un momento dado, garantizando su continuidad más allá de los vaivenes políticos.

Por otra parte, he sido testigo de dos transformaciones en la investigación astronómica: 1) la emergencia progresiva y arrolladora de lo que se llama "Gran Ciencia", y 2) el incremento del trabajo interdisciplinario en la investigación astronómica, a través de la síntesis de observaciones "mutifrecuencia" del espectro electromagnético, y más recientemente, por la integración de nuevas ventanas "multimensajeras" con la astronomía observacional del espectro electromagnético, como ser la astrofísica de ondas gravitacionales, la astrofísica de partículas de alta energía y de neutrinos.

La "Gran Ciencia" se ha desarrollado de modo espectacular en las últimas décadas. Esta consiste en la ejecución de proyectos científicos a través de organizaciones y colaboraciones científico-tecnológicas formadas por equipos numerosos, de hasta centenas y en algunos casos, miles de científicos, ingenieros y técnicos. Esta tendencia es consecuencia de la creciente complejidad de las cuestiones científicas, cuya resolución requiere grandes colaboraciones interdisciplinarias entre especialistas en diferentes dominios de la ciencia y tecnología. La "Gran Ciencia" es necesaria para ejecutar proyectos de gran complejidad, de fuerte carácter industrial, única

manera de dar respuesta a ciertas cuestiones fundamentales de las ciencias.

Sin embargo, la "Gran Ciencia" ha llegado acompañada con un significativo detrimento financiero de las actividades científicas de los investigadores solitarios y de pequeños grupos, lo cual es cuestionable. Las nuevas ideas tienen origen en soledad y usualmente son inicialmente implementadas en forma exploratoria a través de pequeños grupos de investigadores. Las nuevas ideas requieren contrastación observacional/experimental a costos relativamente bajos, por lo que cierto equilibrio entre el financiamiento de la "Gran Ciencia" y la actividad científica solitaria y de pequeños grupos sigue siendo importante.

No obstante las dificultades, invertir tiempo y esfuerzo en investigación científica y educación es uno de los mejores legados para el futuro. Mi experiencia en la investigación científica ha sido apasionante, gestando a través del trabajo, amistad con colegas de diversas culturas y regiones del mundo.

## ■ REFERENCIAS

1. Mirabel, I. F.; Turner, K. C. A Search for Neutral Hydrogen Remnants of Strong Tidal Disruption of the Small Magellanic Cloud. *Astronomy and Astrophysics*, Vol. 22, p. 437 (1973)
2. Mirabel, I. F.; Turner, K. C. An anomalous velocity neutral hydrogen structure near the galactic center. *Astrophysics and Space Science*, vol. 38, p. 381-394 (1975)
3. Cohen, R.J.; Mirabel, I.F. Fine structure in very high velocity clouds. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 186, p. 217-230 (1979)
4. Mirabel, I. F.; Cohen, R. J. A search for intergalactic hydrogen clouds in the vicinity of nearby dwarf galaxies. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 188, p. 219-227 (1979)
5. Mirabel, I. F.; Morras, R. Evidence for high-velocity inflow of neutral hydrogen toward the galaxy. *Astrophysical Journal, Part 1 (ISSN 0004-637X)*, vol. 279, April 1, p. 86-92 (1984)
6. Mirabel, I. F.; Morras, R. Cloud-Milky Way collisions in the outer Galaxy. *Astrophysical Journal*, vol. 356, June 10, p. 130-134 (1990)
7. Mirabel, I. F.; Bajaja, E.; Arnal, E. M. et al. Post-perihelion radio monitoring of the OH in Comet Halley. In *ESA Proceedings of the 20th ESLAB Symposium on the Exploration of Halley's Comet. Volume 1: Plasma and Gas* p 595-598 (1986)
8. Mirabel, I. F. Búsqueda de vida extraterrestre: desarrollos recientes y nuevas perspectivas. *Revista Astronómica*, Tomo 56, No. 230, p. 2 - 4 (1984)
9. Mirabel, I. F. Search for neutral hydrogen in the early universe. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, Vol. 6, p. 7 (1981)
10. Mirabel, I. F.; Rodríguez, L. F.; Canto, J.; Arnal, E. M. High-velocity OH near young stellar objects - L1551. *Astrophysical Journal, Letters to the Editor*, vol. 294, July 1, L39-L44 (1985)
11. Rodríguez, L. F.; Canto, J.; Mirabel, I. F.; Ruiz, A. VLA observations of the high-velocity bipolar OH absorption in L1551. *Astrophysical Journal*, vol. 337, Feb. 15, p. 712-719 (1989)

12. Mirabel, I. F. Neutral hydrogen in bright galaxies with strong radio sources. *Astrophysical Journal*, Part 1, vol. 260, Sept. 1, p. 75-80 (1982)
13. Sanders, D. B. & Mirabel, I. F. CO detections and IRAS observations of bright radio spiral galaxies at  $z < 9000$  kilometers per second. *Astrophysical Journal*, Part 2 - Letters to the Editor, vol. 298, Nov. 15, p. L31-L35 (1985)
14. Mirabel, I. F.; Lutz, D.; Maza, J. The Superantennae. *Astronomy and Astrophysics* (ISSN 0004-6361), vol. 243, no. 2, p. 367-372 (1991)
15. Mirabel, I. F.; Sanders, D. B. OH megamasers in high-luminosity IRAS galaxies. *Astrophysical Journal*, Part 1 (ISSN 0004-637X), vol. 322, Nov. 15, p. 688-693 (1987)
16. Mirabel, I. F.; Booth, R. S.; Garay, G. et al. SEST observations of CO(1-0) emission in ultraluminous infrared galaxies. *Astronomy and Astrophysics* (ISSN 0004-6361), vol. 206, no. 1, p. L20-L22 (1988)
17. Melnick, J.; Mirabel, I. F. NTT images of ultraluminous infrared galaxies. *Astronomy and Astrophysics*, vol. 231, no. 2, p. L19-L22 (1990)
18. Vorontsov-Velyaminov BA. "Atlas and Catalog of Interacting Galaxies" Vol I, Moscow: Sternberg Inst., Moscow State Univ. (1959)
19. Arp H. Atlas of Peculiar Galaxies. *Ap. J. Suppl.* 14:1 (1966)
20. Sanders, D.B. & Mirabel, I.F. Luminous Infrared Galaxies. *Annual Review of Astronomy & Astrophysics* 34, 749-789 (1996)
21. Mirabel, I. F., Vigroux, L., Charmandaris, V. et al., The dark side of star formation in the Antennae galaxies. *Astronomy and Astrophysics*, v.333, p.L1-L4 (1998)
22. Mirabel, I. F., Laurent, O., Sanders, D. B. et al. A barred spiral at the centre of the giant elliptical radio galaxy Centaurus A. *Astronomy and Astrophysics*, v.341, p.667-674 (1999)
23. Mirabel, I. F.; Dottori, H.; Lutz, D. Genesis of a dwarf galaxy from the debris of the Antennae. *Astronomy and Astrophysics* (ISSN 0004-6361), vol. 256, no. 1, p. L19-L22 (1992)
24. Duc, P.-A. & Mirabel, I. F. Recycled galaxies in the colliding system ARP 105. *Astronomy and Astrophysics* (ISSN 0004-6361), vol. 289, no. 1, p. 83-93 (1994)
25. Mirabel, I.F., Rodríguez, L.F., Cordier, B. et al. A double-sided radio jet from the compact Galactic Centre annihilator 1E1740.7-2942. *Nature* volume 358, pages 215-217 (1992)
26. Mirabel, I.F. & Rodríguez L. F. Microquasars in our Galaxy. *Nature* 392, 673-677 (1998)
27. Mirabel, I. F. & Rodríguez, L. F. A Superluminal Source in the Galaxy. *Nature* 371, 46-48 (1994)
28. Mirabel, I.F. & Rodríguez, L.F. Sources of Relativistic Jets in the Galaxy. *Annual Review of Astronomy & Astrophysics* 37, 409-443 (1999)
29. Mirabel, I. F. Very energetic gamma-rays from microquasars and binary pulsars. *Science*, Vol. 312, p. 1759 (2006)
30. Mirabel, I. F. Gamma-Ray Binaries Revealed. *Science*, Volume 335, Issue 6065, p. 175 (2012)
31. van der Laan, H. A Model for Variable Extragalactic Radio Sources. *Nature*, Volume 211, Issue 5054, pp. 1131-1133 (1966)
32. Marscher, A. P. Observational evidence for the accretion-disk origin for a radio jet in an active galaxy. *Nature*, Volume 417, Issue 6889, pp. 625-627 (2002)
33. Dhawan, V.; Mirabel, I. F.; Rodríguez, L. F. AU-Scale Synchrotron Jets and Superluminal Ejecta in GRS 1915+105. *The Astrophysical Journal*, Volume 543, Issue 1, pp. 373-385 (2002)
34. Mirabel, I. F. & Rodrigues, I. Formation of a Black Hole in the Dark. *Science*, Volume 300, Issue 5622, pp. 1119-1121 (2003)
35. Mirabel, I. F., Dahwan, V., Mignani, R. Rodrigues, I. et al. A high-velocity black hole on a Galactic-halo orbit in the solar neighborhood. *Nature* 413, 139-141 (2001)
36. Mirabel, I.F. The formation of Stellar Black Holes. *New Astronomy Reviews* 78, 1-15 (2017)
37. Mirabel, I. F.; Dijkstra, M.; Laurent, P.; Loeb, A.; Pritchard, J. R. Stellar black holes at the dawn of the universe. *Astronomy & Astrophysics*, Volume 528, id.A149, 6 pp. (2011).
38. Haiman, Z. Cosmology: A smoother end to the dark ages. *Nature* 472, 47 (2011).
39. Bowman et al. An absorption profile centred at 78 megahertz in the sky-averaged spectrum. *Nature* 555, 6 7 (2018).



- 
40. Mirabel, I.F. Black Hole High Mass X-Ray Binary Microquasars at Cosmic Dawn. Invited review at IAU Symposium 346: High-mass X-ray Binaries: Illuminating the Passage from Massive Binaries to Merging Compact Objects. *T. Bulik, E. Bozzo, D. Gies & L. Oskinova, eds.* (2019).
41. Mirabel, I.F., Rodríguez, L.F. & Laurent, P. Black holes in the 21cm transition of HI at Cosmic Dawn. Submitted to *Nature Astronomy* (January 2021).

## JUAN G. ROEDERER

por Silvia E. Braslavsky



Juan G. Roederer era para nosotros y nosotros (las y los estudiantes en los años '60) un profesor establecido. Había hecho una estadía en Europa (en el Instituto Max Planck de Física en Goettingen) trabajando con y aprendiendo de los muy grandes de la Física, de Heisenberg y Fermi, desde 1953 a 1955. Allí comenzó a trabajar en física de alta energía utilizando la radiación cósmica como fuente de partículas muy energéticas. Al retornar a Argentina fue nombrado Profesor Adjunto de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEN) y Director del laboratorio de Rayos Cósmicos de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Mirado a la distancia, me doy cuenta de que en 1960 Juan tenía sólo 31 años, era tan joven como la gran mayoría de los profesores que construyeron, junto a Rolando García, la FCEN de la UBA. Juan fue uno de los profesores de Física que, al lado de J. J. Giambiagi y otros físicos, crearon y consolidaron el Departamento de Física de la FCEN durante la larga década 55-66 y, con ello, contribuyeron al aura de la Facultad. Juan fue miembro de la Comisión inicial (Comisión Babini, presidida por el entonces Delegado Interventor en la FCEN, José Babini, y constituida por Rolando García, Jorge Deferrari y Juan G. Roederer)

que fijó pautas para los concursos de oposición y antecedentes y para la dedicación exclusiva, factores decisivos para la consolidación y el prestigio que alcanzó toda la FCEN. En 1959 fue designado Profesor Titular en la FCEN. Juan dirigió el Centro Nacional de Radiación Cósmica, dependiente conjuntamente de CNEA, CONICET y la FCEN. Desde este Centro se establecieron tres observatorios de rayos cósmicos: uno en el Norte, a 4000 m de altura, otro en Buenos Aires y un tercero en Ushuaia; el Centro también operaba la estación de rayos cósmicos en la base antártica Ellsworth después de que la base fuese transferida por EEUU a Argentina. Desde el Centro se planificó exitosamente la participación de Argentina en el Año Geofísico Internacional (IGY, 1957-58). Roederer y su grupo iniciaron los vuelos de larga duración de globos para el estudio de radiación cósmica en Latino América. Como resultado de estos y otros experimentos Juan y

su grupo se interesaron en el uso de la variabilidad de los rayos cósmicos para analizar las perturbaciones en el espacio interplanetario.

En 1963 Juan publicó el libro *Mecánica Elemental* que leíamos con placer y que ha sido usado en sus varias ediciones posteriores por varias generaciones de físicos hasta hoy mismo (la quinta reimpression de EUDEBA es de 2017 y es la reedición de una actualización de 2002).<sup>1</sup>

De 1964 a 1966 Juan Roederer fue investigador invitado por la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU. a trabajar en el Centro de la NASA "Goddard Space Flight Center", en Maryland, EEUU. Durante esta estadía su interés se reorientó al estudio de los cinturones de radiación de Van Allen que rodean la tierra.

Juan retornó a la Argentina justo antes de la Noche de los Bastones Largos (NBL), después de la cual renunció a su cargo en la FCEN junto con más de 1300 docentes de la UBA, con una renuncia individual que fue publicada en los diarios. Juan y J.J. Giambiagi trataron de gestionar la contratación de los renunciantes por los organismos de investigación dependientes de las Fuerzas Armadas, gestiones que

fracasaron dada la existencia de listas negras (incontratables) en esos organismos.<sup>2,3</sup> Luego de un corto tiempo en Buenos Aires se trasladó con su esposa (Beatriz Cougnet, también Física recibida en la FCEN), sus cuatro hijos, sus padres y su suegra a Colorado (EE.UU.), como Profesor en la Universidad de Denver.

En 1970 publicó el libro *Dynamics of Geomagnetically Trapped Radiation*,<sup>4</sup> un clásico en la cuestión de los cinturones de radiación usado hasta el día de hoy y que fue traducido al ruso en 1971. Ya en esos tiempos el interés de Juan comenzó a focalizarse en la física de plasmas en el espacio y en la física de la magnetosfera de la tierra y del planeta Júpiter.

Juan siempre se interesó por la música, desde pequeño aprendió a tocar el piano y desde su llegada a Argentina también comenzó a tocar el órgano en la iglesia luterana que frecuentaba con sus padres. Estudió órgano con Héctor Zeoli en Buenos

Aires y con Hans Jendis durante su estadía en Goettingen y a partir de ahí sus intereses se expandieron al estudio de la psicoacústica en relación con las funciones cerebrales. En 1973 escribió el libro *Física y Psicofísica de la Música* que ha sido traducido al alemán, francés, japonés, castellano<sup>5</sup> y portugués y es un clásico en el área. En 2008 se publicó una versión revisada del original. Juan ha dictado cursos de neurofisiología en la Universidad de Denver desde 1975 y ha publicado varios trabajos con los resultados de sus investigaciones acerca del procesamiento de la información acústica por el cerebro humano.

En 1977 Juan fue contratado como Director del Instituto de Geofísica de la Universidad de Alaska en Fairbanks, cargo que ocupó hasta 1986. Fue, además, durante largos años referente del Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam en Trieste, Italia, y científico visitante del Laboratorio Nacional Los Álamos desde 1978. De 1983 a

1988 fue Director del Comité Asesor sobre Ciencias Terrestres y Espaciales de este último Laboratorio.

Desde muy temprano en su carrera Juan se involucró en las relaciones científicas internacionales. Ya en 1960 participó de actividades del ICSU (International Council for Science), a través de la IAGA (International Association of Geomagnetism and Aeronomy).<sup>6</sup> En 1963, desde Argentina, formó parte del Comité para la Cooperación Internacional en Geofísica (Foto: Juan Roederer es el segundo desde la izquierda parado),<sup>7</sup> como único miembro de un país no industrial. Desde 1968 participó de la organización del Estudio Internacional de la Magnetosfera (IMS), primero como organizador y mas adelante como presidente. De 1986 a 1992 presidió la Comisión de EEUU sobre Investigaciones en el Ártico, sirviendo en esta posición a dos Presidentes de EEUU.<sup>8</sup>

Entre los años '70 y '80 viajó a la Unión Soviética 21 veces para orga-



nizar y trabajar en diversos proyectos de colaboración internacional que implicaban la coordinación de experimentos terrestres, en globos, cohetes y satélites, todos proyectos muy productivos y muy sensibles políticamente y que requirieron acuerdos especiales.<sup>8</sup> Luego del desmembramiento de la URSS, Juan Roederer recibió un subsidio de la Fundación MacArthur para elaborar un informe acerca del impacto del desmembramiento sobre la ciencia en la URSS.

Juan mismo describe su vida científica de esta manera:<sup>8</sup> (la traducción es de la autora): “Siempre he preferido *explicar* cosas viejas a descubrir nuevas. Siempre he preferido la *pedagogía* al descubrimiento, y he valorado más la docencia que la investigación. En mis clases, siempre enfatice la comprensión más que el conocimiento. Siempre he preferido los fundamentos de una disciplina más que sus aplicaciones. Tal vez estas fueron las razones de mi transformación de físico experimental a físico teórico tempranamente en mi carrera y de mi transformación en un científico interdisciplinario, extendiéndome hacia la psicoacústica y la teoría de la información, y también explican por qué, como académico a cargo de la administración, ya sea como director de instituto o decano, siempre he preferido explicarle al público y a los políticos las razones de nuestras investigaciones, en lugar de vivir pidiendo a las agencias financiadoras dólares para las mismas. Y en una manera más indirecta, las arriba mencionadas fueron las razones de mi fuerte involucramiento, durante toda mi carrera, en la cooperación internacional en Ciencia. Si realmente nos interesa saber *por qué* ocurren las cosas como ocurren en el mundo de la geofísica, debemos ignorar los límites creados por los seres humanos.”

Desde la recuperación de la democracia en Argentina, Juan ha vuelto muchas veces, ha dictado cursos y colaborado con colegas en Argentina para actualizar y reeditar sus libros en castellano. Sus conferencias gozan de una gran popularidad y son muy concurridas.

Para mí fue un gran placer reencontrarme con Juan hace un par de años, durante nuestras investigaciones acerca de los sucesos que precedieron y sucedieron a la NBL. Su biografía es muy representativa de los vaivenes emocionales y de los recorridos de científicos argentinos, hijos de inmigrantes europeos muchos de ellos, involucrados en ambiciosos planes de desarrollo, luego desilusionados, apaleados (muchas veces literalmente y frecuentemente varias veces) y vueltos a renacer en Argentina o afuera, pero siempre vinculados a proyectos con promisorios objetivos en Argentina.

La presente *Reseña* es una traducción brevemente ampliada del “*Memorandum to my Grandchildren*”, escrito en 2011 y dedicado a sus nietos Zora, Monica y Anita Tung, y Alexander Roederer, quienes en esa época todavía eran estudiantes universitarios. Si bien fue revisado y actualizado en 2014, no cubre los últimos episodios vividos por el autor durante el gobierno de Trump.

Esta *Reseña* no es una obra biográfica; se limita a vivencias en el plano puramente político entre aproximadamente 1936 y 2011. Narrativas de carácter más biográfico-científico se encuentran en otras publicaciones.<sup>7,8</sup> En ocasión de una de sus visitas a Buenos Aires en 2014 Juan dio una entrevista en la FCEN, en la que relata varios aspectos de su vida.<sup>9</sup> También hizo un entretenido relato autobiográfico en una conferencia plenaria en la FCEN en octubre de 2019, en ocasión de la

celebración y homenaje al cumplir sus frescos 90 años.<sup>10</sup>

Actualmente Juan reside con su esposa Beatriz en Colorado, es Profesor Emérito del Instituto de Geofísica de la Universidad de Alaska y actualmente, Profesor Afiliado en la Universidad de Colorado en Boulder, sigue dando seminarios y escribiendo cartas políticas a los diarios locales.

La reciente publicación en 2020 de la segunda edición de su libro *Electromagnetismo Elemental*,<sup>11</sup> muestra nuevamente su permanente contribución a la docencia de la Física en Argentina.

Por último, lo que sigue no es un trabajo científico y por lo tanto contiene muy pocas citas bibliográficas. Los interesados en más detalles están invitados a contactar al autor por e-mail ([juan.roederer@colorado.edu](mailto:juan.roederer@colorado.edu)), quien gustosamente tratará de proveer toda información solicitada.

## NOTAS AL FINAL

1. J. G. Roederer, *Mecánica Elemental*, EUDEBA, 2017, ISBN 9789502312255. Primera edición, EUDEBA, 1963.
2. “Operación Esperanza”, *La Ménsula* Nº 34 (2021).
3. Carnota, R. J. y Braslavsky, S.E. 2020. El proyecto modernizador reformista en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (1956-1966). Desarrollo, quiebre, secuelas y reconstrucción mítica. En *UBA200* (comp. Sandra Carli). EUDEBA (en prensa, 2021).
4. Roederer, J. G., *Dynamics of Geomagnetically Trapped Radiation*, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 1970, ISBN 978-3-642-49300-3
5. Roederer, J. G. *Física y Psicofísica de la Música*, Editorial Melos,

- Ricordi Americana, 1995. ISBN: 978-987-611-219-2
6. ICSU es la federación internacional que reúne muchas sociedades científicas internacionales en diversas áreas de las ciencias, hoy llamado el International Science Council (ISC).
  7. Roederer, J. G. *Physics Today*, **56** (1), 32 (2003); <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/1.1554134>
  8. Roederer, J. G. *J. Geophys. Res. Space Physics*, **124**, 9866 (2019); <https://doi.org/10.1029/2019JA027049>
  9. <https://nexciencia.exactas.uba.ar/el-autor-en-persona>, Entrevista a J. G. Roederer en la FCEN en 2015.
  10. <https://youtu.be/ry5S2bEsgCY>, Coloquio de los viernes, FCEN, Roederer, 18 de octubre 2019.
  11. Roederer, J. G., *Electromagnetismo Elemental*, EUDEBA, 2020, ISBN 9502330161, 9789502330167

# DE CÓMO MIS PUNTOS DE VISTA POLÍTICOS FUERON MOLDEADOS POR MIS EXPERIENCIAS BAJO REGÍMENES TOTALITARIOS<sup>1</sup>

**Palabras clave:** Italia, Alemania, Argentina, Unión Soviética, EE.UU.  
**Key words:** Italy, Germany, Argentina, Soviet Union, USA.

El autor nos cuenta cómo vivió sus experiencias con regímenes totalitario de varios países, a lo largo de sus noventa años.

■ **Juan G. Roederer**

Boulder, Colorado (EEUU)

[juan.roederer@colorado.edu](mailto:juan.roederer@colorado.edu)

<sup>1</sup> Editora asignada: **Silvia Braslavsky**

## ■ INTRODUCCIÓN

Habiendo llegado a una edad madura, he decidido a escribir una reseña, basada en experiencias personales, de mis ideas políticas e ideológicas, con la esperanza de que mi familia y mis amigos lean este documento y comprendan mi profunda preocupación sobre el estado actual del mundo y de nuestro país adoptivo (EE.UU.) en particular.

No soy un experto en política nacional o internacional, sino meramente un científico al que le ha tocado vivir, desde muy pequeño, bajo varias dictaduras históricas, algunas de ellas muy brutales. Por suerte, nunca fui físicamente víctima de esa brutalidad. Tres veces en mi vida tuve la suerte de dejar a tiempo

el país en cuestión, dos veces gracias a la visión y el coraje de mis padres, la tercera, después de una desgarradora decisión tomada por mí y mi esposa.

Más adelante en mi vida, como responsable de varios proyectos científicos internacionales, tuve la ocasión de realizar más de veinte visitas (de una semana hasta un mes de duración, sumando ¡un total de cerca de 320 días!) a la Unión Soviética y a algunos de sus países satélites. La experiencia acumulada bajo los regímenes totalitarios ha aumentado mi pasión por hablar en favor de la libertad; más aun, me ha otorgado una particular y valiosa comprensión de lo que realmente significa el patriotismo. Es algo muy

diferente de los conceptos primitivos, hipócritas y egomaniacos, lamentablemente tan prevalentes hoy en día en nuestro país (EE.UU.). En varias ocasiones he sido testigo de como las elites en los regímenes totalitarios han usado métodos conocidos desde hace siglos para “lavar el cerebro” de grandes fracciones de su población. Como educador a lo largo de toda mi vida, esta experiencia me ha llevado a la incuestionable convicción de que un antídoto fundamental (pero no suficiente) para prevenir el totalitarismo es una *educación no censurada*, no de unos pocos, pero de las masas. Una característica común de los extremismos emergentes, ya sean de derecha, de izquierda, o basados en fundamentalismo religioso, es la aparición de

líderes políticos capaces de explotar hábilmente la inocencia, la ignorancia y la mera estupidez. El motivo principal de esta reseña es pasar las lecciones aprendidas a la generación joven.

## ■ PARTE I: 1929 - 1939, BENITO MUSSOLINI Y ADOLF HITLER

Habiendo nacido en Trieste, Italia, en 1929, mi primera exposición fue al fascismo de Benito Mussolini, que en los primeros años de la década del '30 estaba aun en su pura forma original. Por supuesto, yo era aun un bebé y cuando tenía tres años mis padres decidieron que era prudente dejar Italia y mudarse a Viena (mi padre era de ascendencia austríaca e italiana, mi madre era 100% alemana). Pero como pasé todos los veranos hasta 1939 con mis abuelos en Trieste, tengo memorias vívidas de esos tiempos.

Inicialmente, hasta su "casamiento" con Hitler en 1938, Mussolini fue algo así como un dictador 'benigno'. Después de 1922 Italia se había transformado en un estado corporativo, con estructuras sociales verticales organizadas dentro de corporaciones controladas por el Partido Fascista con puño de hierro, con un poderoso aparato militar para manejar las cuestiones internacionales y una milicia (los Camisas Negras) que se transformó en el órgano de seguridad para contener al "populacho" bajo férreo control ideológico. Según decían mis padres la corrupción estaba bajo control, la Mafia casi destruida, los trenes corrían a horario, y la industria entregaba sus productos a tiempo -- a pesar de que Italia era la Italia de siempre. A pesar de que los judíos eran perseguidos, y llevados a campos de concentración, los fascistas tuvieron inicialmente una estrategia más suave, tolerando a aquellos

judíos que se prestaban a cooperar con el régimen.

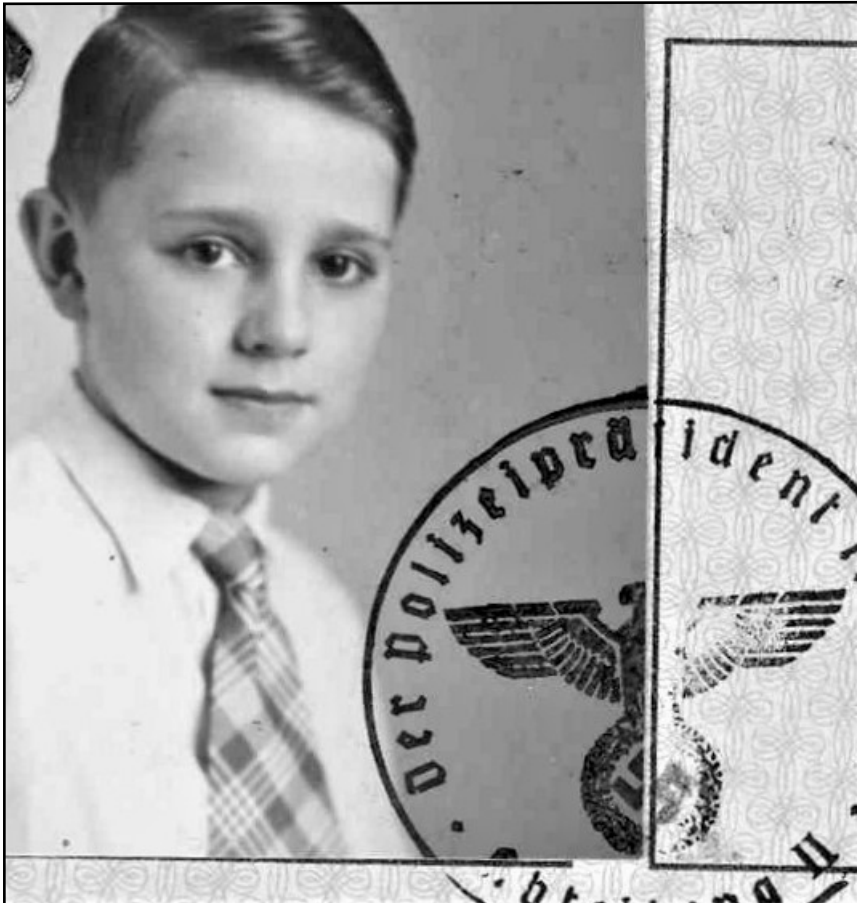
Aunque todavía era un niño pequeño, en retrospectiva me doy cuenta de la profunda fascinación causada por la elegante milicia y los espléndidos uniformes de los oficiales llenos de medallas (Figura 1). Cuando Mussolini fue por dos días a Trieste al final de mi visita de verano en 1938, a pesar de la preocupación de mis abuelos, fui solo al centro de la ciudad, mezclándome con las masas delirantes que aclamaban entusiastamente al Duce durante la dedicación de un Teatro Romano recientemente excavado, así como la ceremonia de inauguración del nuevo edificio del partido fascista. En

retrospectiva, mi exposición como niño de 5-10 años cada verano al fascismo con su feroz dialéctica y las jubilantes masas del pueblo, claramente demuestra el poder hipnótico, obnubilador, de los estados totalitarios.

En esos tiempos, yo ya era un pequeño nazi (Figura 2). Desde 1933 vivíamos en Viena, que hasta marzo de 1938 fue la capital de Austria, un país en permanente confusión y lucha política desde la primera guerra mundial, con grupos marxistas, socialistas, cristianos, realistas y nazis peleando entre ellos. En 1934 hubo una revolución durante la cual fue asesinado el débil canciller Engelbert Dollfuss y remplazado por otro



**Figura 1:** Batallón de "camisas negras" durante la visita de Benito Mussolini a Trieste, Setiembre 1938.



**Figura 2:** Foto en el documento de identidad de Juan Roederer, 1938.

débil canciller Kurt von Schuschnigg. Hubo alguna lucha entre civiles, especialmente en el sector de viviendas de trabajadores “Ciudad Karl Marx” en las afueras de Viena. Mi madre me llevó a visitar ese barrio, justo cuando en setiembre 1935 comenzaba el primer grado, para que viera los impactos de bala en paredes y ventanas--lo cual me dejó una sensación de lo que era guerra civil, y me preguntaba: ¿por qué la gente de un mismo país se disparan tiros entre ellos?

Y entonces llegaron marzo de 1938 y los alemanes. Varios años de trabajo clandestino de los nazis dieron sus frutos: les llevó solo 24 horas ocupar toda Austria sin tirar un solo tiro, convirtiendo al país en una provincia alemana, la Ostmark.

Cansados de las disputas partisanas y de las luchas sociales, la población, aun los muchos no-nazis, dieron la bienvenida al *Anschluss* (Unión de Austria a la Alemania Nazi). Hitler realizó una visita triunfal a Viena, solo dos días después de la ocupación, y yo fui orgullosamente al centro de la ciudad, uniéndome a las masas cantando “Querido líder, sé bueno y asómate a la ventana” (rima en alemán) delante del Hotel Imperial, donde se alojaba Hitler (Figura 3). En cada edificio colgaban desde el techo largas banderas nazis, de rojo brillante con un círculo blanco y una esvástica en el centro del círculo, lo cual cambiaba completamente la apariencia de esa bella y antigua ciudad. Ahora, otra vez en retrospectiva, sé que el exagerado despliegue de banderas, ya sea colgando, en camionetas, o en mástiles, es una manera de intimidar en vez de inspirar.

Unos días después se llamó a un plebiscito preguntando tanto a la población de Austria como a la de toda Alemania si “democráticamente”



**Figura 3:** Adolf Hitler en el balcón del Hotel Imperial en Viena, 1938.





**Figura 4:** Boleta del plebiscito acerca de la unificación de Austria con Alemania, 13 de marzo de 1938.

aprobaban la Unión. Recuerdo muy bien las boletas electorales que mis padres trajeron a casa con una clara asimetría que fuertemente insinuaba dónde poner la cruz (Figura 4). Innecesario aclarar: el resultado en todo el país, anunciado pocas horas después del cierre de los comicios (¡no había lectores electrónicos en esa época!) arrojó un 99% a favor de la Unión entre Austria y Alemania. Unos días después de esas “fiestas”, apareció en nuestra clase el nuevo Director de la escuela que yo atendía y nos contó a los alumnos del segundo grado de las virtudes del Tercer Reich y de la sabiduría y el poder del NSDAP (Acronímico alemán por Partido Nacional Socialista Alemán de los Trabajadores; el término “Nazi”, que deriva de la primera palabra en NSDAP, fue prohibido durante el Tercer Reich por ser considerado despectivo). Luego, el Director nos comandó a que sacáramos nuestros libros de lectura, que abriéramos la página en que se conmemoraba el día nacional austríaco, que escupiéramos sobre la bandera rojo-blanca-roja y que pegáramos con goma de pegar (que él mismo

distribuyó) las páginas donde estaba esa conmemoración.

La mayoría de los directores de organizaciones públicas o privadas fueron rápidamente reemplazados por nazis leales, ya sea austríacos o importados de Alemania. Les tomó unas pocas semanas eliminar sumariamente a todos los judíos que tenían cargos directivos; por ejemplo, el Director judío del excelente conservatorio de música en el cual yo tomaba lecciones de piano (Horak Musikschule) desapareció súbitamente y fue reemplazado por un intimidatorio nazi alemán que inmediatamente prohibió a Mendelsohn del plan de estudios del conservatorio y nos hizo aprender algunas de sus propias composiciones patrióticas. Rápidamente le dio a la escuela un nuevo nombre: “Antigua Escuela Aria de Música de Viena”. Cambiar los hechos históricos es una táctica común de los regímenes totalitarios, en cuestiones menores como es el nombre de una escuela de música, o en cuestiones más importantes, como en libros de texto, ya sea en Austria ... u hoy día en Texas.

Tuve muchas “experiencias políticas” entre el *Anschluss* en marzo de 1938 y nuestra partida con el último barco italiano hacia Argentina a fin de setiembre de 1939. En marzo de 1939 Alemania ocupó Checoslovaquia con la excusa oficial de “liberar” a la población alemana en los Sudetes. Yo había entrado en el grupo de niños (llamados Pimpf) de la Juventud Hitleriana (Hitlerjugend). No recuerdo si entrar en ese grupo era obligatorio o solamente “fuertemente recomendado”. Poco después de la ocupación de Checoslovaquia, la Juventud Hitleriana organizó una excursión de los territorios liberados en vehículos militares descubiertos. Recuerdo el hermoso día primaveral y lo bien que lo pasamos. Aprendimos a disparar cañones antiaéreos (FLAK) sin munición. Yo era aun de baja estatura y no alcanzaba bien el disparador a pedal y una vez me lastimé con el fuerte retroceso del cañón. También nos llevaron a volar en un pequeño Fokker-Wulff sobre la ciudad de Viena—en efecto, mi primer vuelo. Todos estos son algunos ejemplos de una muy bien aceiteada maquinaria de lavado de cerebro de los niños para fomentar su fascinación por las armas y el poder militar....

Las últimas semanas antes de la partida final de nuestra familia de Viena hacia Trieste el 24 de setiembre, con mis padres más la madre y la tía de mi padre (¡a nadie se le dijo que tomaríamos un barco en dirección a Sudamérica!), la situación se tornó muy fea. En las primeras horas del 1º de setiembre Alemania invadió Polonia, pero esta vez lo hizo en tren de guerra. Un día después de mi décimo cumpleaños, el 2 de setiembre, Inglaterra y Francia declararon la guerra a Alemania, señalando el comienzo de la Segunda Guerra Mundial. Ese día mi madre y yo estábamos viajando de vuelta de nuestras vacaciones en los Alpes

en un tren repleto de gente atemorizada y en confusión. Recuerdo haber viajado todo el tiempo sentado en nuestras maletas en un pasillo del tren. Viena estaba bajo estricta orden de oscurecimiento total durante la noche, e inmediatamente yo tuve que unirme a mis Pimpf camaradas a inspeccionar las ventanas en cada departamento en nuestra vecindad, que debían oscurecerse con papel negro. Nadie se atrevía a negarle la entrada a esta horda de niños semi-uniformados que al grito de "Heil Hitler" revisaban los departamentos. Una semana después nos hicieron ir casa por casa distribuyendo máscaras de gas (decían que los ingleses bombardearían la ciudad con gas venenoso) e instruir a la asustada gente sobre de su uso. Aun hoy recuerdo el olor a goma de esas horribles máscaras azul oscuro, y recuerdo la sensación de "poder y superioridad" que tenía como niño de 10 años al poder intimidar a pobres viejos.....

Durante esos meses también pude apreciar directamente la creciente persecución nazi a los judíos. Un día en noviembre de 1938, después de la famosa noche denominada *Kristallnacht*, bajo la supervisión de unos capos de la SS (Schutz Staffel, la muy temida milicia en uniformes negros, nosotros, los Pimpfs, anduvimos en patota por las calles de la zona comercial de nuestro barrio buscando a clientes no-judíos que estaban de compras en negocios de judíos y, con ayuda de esos SS, los atábamos a sillas puestas en las vidrieras, con carteles (que debíamos preparar nosotros en casa) colgados de sus cuellos que decían "Chanchos alemanes comprándole a un judío" (rima en alemán): Despertar el sentimiento de poder y superioridad sobre adultos que experimenté como niño es un elemento fundamental en la maquinaria de una dictadura. Por supuesto también

se extiende a aquellos adultos que, teniendo una mente de un niño de 9 años, en tiempos de paz forman grupos de milicianos en los cuales encuentran una autoridad y un poder desproporcionado en relación a su educación, y que nunca podrían ganar por sí mismos en la vida normal.

En esa época estaba prohibido salir de Alemania sin una visa de salida. Nosotros la obtuvimos porque el trabajo de mi padre requería periódicos viajes de negocio a Italia. Además, teníamos familiares en Trieste. Aun así, cada uno de nosotros necesitaba tener un "certificado de pureza de raza aria", otorgado por la NSDAP, demostrando que no había sangre judía en nuestros antepasados hasta la tercera generación. El único certificado que aun conservo es el de mi tía Emilia Mullé (Figura 5); los otros certificados eran similares.

La promoción de racismo y pureza racial es otra característica de algunos extremismos políticos; explota un instinto animal que hemos

heredado genéticamente de nuestros antepasados lejanos, lo cual tal vez tuvo su primera expresión en el desplazamiento de los neanderthales por la invasión del *homo sapiens* hace 30.000-50.000 años. Persiste hoy en el mundo y en forma de "closet racists" (racistas de armario) en nuestro propio país (EE.UU.).

Me puedo imaginar retrospectivamente el horror y la angustia de mis padres durante esas últimas semanas antes de nuestra milagrosa partida. Años más tarde frecuentemente les preguntaba acerca de esos tiempos, pero siempre tuve la sensación de que no querían hablar de los detalles. De hecho, yo tenía una cámara Agfa con la cual había tomado muchas fotos de mis aventuras en 1939, pero las fotos desaparecieron; seguramente mis padres se deshicieron de ellas. Durante mi juventud en la Argentina, teniendo acceso a fuentes razonables de información, pude "limpiar mi cerebro" de esa temprana dosis de nazismo. Les pregunté a mis padres cómo había sido posible que un régimen asesino como el de



Figura 5: Certificado de "pureza aria" de Emilia Mullé, tía de Juan Roederer..

Hitler pudiese llegar al poder, democráticamente votado por la mayoría de los alemanes en un país con tal tradición de cultura, artes y ciencias. Mis padres me contaron que, ya en los años '30, cuando algunos observadores extranjeros conscientes de los síntomas, alertaban acerca de un peligro de autoritarismo, los alemanes decían: "Oh, eso no podría pasar jamás en nuestro país". Bien, esto es exactamente lo que estoy escuchando hoy de mis colegas y amigos acá en Estados Unidos cuando señalo las viejas tácticas de la ultraderecha en EE.UU., los extremismos religiosos, o las noticias acerca de milicias locales. Considero que no es suficiente con tener una élite bien educada. Lo que realmente cuenta es el nivel educativo general de toda la población de un país.

## ■ PARTE II: 1946 - 1955, JUAN Y EVA PERÓN

La primera dictadura del General Juan Perón fue, por lo menos inicialmente, algo diferente. Nadie fue asesinado y al principio solo algunos disidentes fueron perseguidos y encarcelados. Por décadas el país había estado en manos de gobiernos corruptos dominados por una oligarquía de terratenientes que se habían enriquecido enormemente vendiendo su trigo, maíz y carne a los aliados durante la Segunda Guerra Mundial. Como muchos otros países latinoamericanos, la Argentina era una típica "república bananera", con una élite rica y masas de peones y trabajadores empobrecidos, maduros para una explosión social. Perón llegó al poder luego de un golpe de estado perpetrado por militares admiradores de Mussolini, y en 1946 fue democráticamente elegido presidente por una mayoría razonable. Durante mi adolescencia y juventud tuve muy poco tiempo para la política. Estaba muy ocupado, primero con la escuela y

luego la universidad, y con la música (piano y más tarde órgano) como actividad extra-curricular. Conocí a mi futura esposa, Beatriz Cugnet en la escuela secundaria en 1945 y, luego de nuestra graduación, entramos juntos a la Universidad de Buenos Aires en la carrera de físico-matemáticas. Nos casamos en diciembre de 1952, dos días después de mi examen de doctorado. Dos meses después del nacimiento de Ernesto, en setiembre 1953, fuimos como post-doctorandos al Instituto Max Planck de Física en Goettingen, República Federal Alemana, dirigido por el Nobel Werner Heisenberg (yo ya había estado allí en 1952 trabajando para mi tesis). Pocas semanas después de nuestro regreso en 1955, Perón fue destituido por la Revolución Libertadora (fundamentalmente por la Fuerza Aérea y la Marina), lo cual celebramos entusiastamente el día del cumpleaños de Beatriz el 16 de setiembre.

No quise implicar que nuestras vidas no fueran afectadas por el régimen totalitario de Perón. Inicialmente, el gobierno de Perón se focalizó exclusivamente en los sectores más pobres, trayendo a muchos peones de las estancias a trabajar a las ciudades, alojándolos en grandes complejos de departamentos especialmente construidos. Su esposa, *Evita*, estableció la Fundación María Eva Duarte de Perón, una organización nacional que "le quitaba a los ricos para darle a los pobres" con agresividad creciente con el tiempo. Después de que *Evita* casi fue nombrada candidata a vice-Presidenta en la reelección de Perón, su influencia se tornó más política e ideológicamente estridente. *Evita* era una excelente oradora, sus discursos decían muy poco pero lo decían muy bien, incesantemente repitiendo el mismo concepto una vez tras otra, efectivamente adoctrinando con una voz semi-histórica a los menos edu-

cados. ¡No es por lo tanto sorprendente, que yo me acordara de *Evita* cada vez que veía, escuchara o leyera de Sarah Palin y sus seguidores de la fracción "Tea Party" del partido Republicano de los EE.UU. en años recientes!

La reelección de Perón en 1951 fue democrática pero no sin manobras poco claras. Por ejemplo, los distritos electorales en las ciudades grandes como Buenos Aires fueron retrazados con ridículas formas de los límites, tales como conectar dos barrios con un corredor de kilómetros de largo y solo 2-3 cuadras de ancho, para así garantizar que en ese distrito los trabajadores en un barrio ganaran votos sobre los sectores anti-peronistas en otro (en esos días nosotros creíamos que ese método era un ¡invento argentino! Y resulta que ha sido inventado en EE.UU.). Y también hubo un sutil fraude en el gran Buenos Aires (aunque no tan refinado como en el año 2000 en las elecciones en Florida, EE.UU.). Cuando fui llamado como integrante de una mesa electoral, cada partido tenía su propia pila de boletas en el recinto de voto y de repente comencé a notar que las boletas del Partido Radical (el partido con la mejor chance de ganarle al peronismo) periódicamente se habían agotado. Como temía que los votantes temieran denunciar la falta de boletas del partido opositor, comencé a instruir a cada votante de hacernos saber si algo no estaba en orden. Pero el fiscal del Partido Peronista me acusó formalmente de ser parcial en mis funciones, lo que me impidió seguir controlando las boletas.

Con el paso del tiempo aumentaron las tensiones entre el gobierno de Perón con importantes organizaciones, en particular con las Universidades y con la Iglesia Católica. Los crecientes problemas con la Iglesia contribuyeron substancialmente a

la caída de Perón en 1955; su intervención en cuestiones universitarias afectó la vida de los estudiantes, incluyendo nosotros mismos (pero mínima en comparación con lo que ocurrió durante la dictadura de Onganía once años después). Paradójicamente, algunos aspectos de la dictadura de Perón nos beneficiaron en forma personal. Perón creó la Comisión Nacional de Energía Atómica en 1950 con un doble propósito: la misión pública de formar jóvenes científicos argentinos en energía nuclear, y una misión secreta de administrar el infame Proyecto Atómico Huemul que el impostor Ronald Richter, un físico austríaco, trató de establecer en la isla Huemul, en Bariloche. Este hombre había convenido a Perón de que él construiría un reactor de fusión nuclear, y millones de dólares fueron invertidos en lo que resultó ser un total fiasco. Como parte de la misión pública, la CNEA nos contrató a Beatriz, a mí y a dos de nuestros colegas, durante nuestro segundo año de estudios, dado que ya estábamos trabajando en investigaciones sobre rayos cósmicos. Hace unos años, la revista *Ciencia Hoy*<sup>1</sup> me invitó a escribir un artículo relatando nuestras primeras investigaciones en rayos cósmicos en Argentina y en 2003, por invitación del *American Institute of Physics*, escribí una versión en inglés en *Physics Today*.<sup>2</sup>

La primera dictadura de Perón ocurrió en un momento en que, como mencioné arriba, Beatriz y yo estábamos muy ocupados con nuestros estudios en el colegio secundario y en la Universidad, con nuestras investigaciones iniciales, con nuestro primer empleo, y comenzando a formar una familia. En lugar de luchar contra el régimen, tratamos de sacar ventajas de él. ¡Esa es una posición con la que, lamentablemente, cuentan todas las dictaduras!

Después de la caída de Perón en 1955, vino una década de gobiernos constitucionales y una gran expansión de la ciencia y la tecnología en Argentina. La Universidad de Buenos Aires (en esos días con alrededor de 80.000 estudiantes) fue reformada en muchos aspectos. Nuestro Laboratorio de Radiación Cósmica y la Comisión Nacional de Energía Atómica prosperaron. Yo fui nombrado como profesor y, además de ejercer docencia e investigación y a pesar

de mi juventud, me involucré fuertemente en numerosas comisiones para la reorganización de la Universidad. Se estableció por primera vez el régimen de dedicación exclusiva, los profesores debían realizar investigaciones y producir publicaciones, además de hacer docencia, y sus contratos debían hacerse a través de un concurso internacional abierto. El resultado fue que muchos de los viejos profesores de dedicación simple fueron despedidos y muchos



Figura 6: Carta de prominentes científicos (incluyendo varios premiados Nobel) al Gral. Onganía solicitando reparación por la Noche de los Bastones Largos. Publicada como solicitada en los diarios en Bs. As. el 28 de setiembre de 1966.

de ellos buscaron empleo en los colegios militares. Muchas de las actividades científicas, como las investigaciones espaciales y la participación en el Año Geofísico Internacional fueron puestas bajo el control del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y sacadas del control militar. Esto fue creando un creciente resentimiento contra las Universidades nacionales de parte de la generación mayor y, en particular, del estamento militar, que habría de costarnos muy caros unos años más tarde.

### ■ PARTE III: 1966 - 1967, JUAN CARLOS ONGANÍA

Nuestra familia (Beatriz, los cuatro hijos y yo) pasamos los dos últimos años del gobierno constitucional en Estados Unidos, donde yo trabajé en el NASA Goddard Space Flight Center en Maryland y en parte en el Air Force Weapons Laboratory (Laboratorio de Armas de la Fuerza Aérea) en Albuquerque, New Mexico. Un mes después de mi retorno (Beatriz y los hijos habían regresado antes) un golpe de estado de los militares encabezado por el General Juan Carlos Onganía destituyó al gobierno constitucional del Presidente Arturo Illía el día 28 de Junio de 1966. Un mes después, el 29 de julio por la noche la policía intervino todas las Universidades Nacionales, como parte de la eliminación de la autonomía de estas instituciones, en respuesta a las acusaciones de la derecha de que las universidades nacionales eran un caldo de cultivo del comunismo internacional. El ataque más violento fue al viejo edificio de nuestra facultad, episodio ahora recordado como "La Noche de los Bastones Largos".

Pocos días después, cerca de 70 Profesores y auxiliares docentes del departamento de Física renunciaron a sus puestos. Yo comencé inmedia-

tamente a alertar a colegas y políticos en el mundo entero acerca de las calamidades en Argentina. En particular, envié una carta al entonces Senador Robert Kennedy explicándole brevemente la situación en el contexto de la situación general en las Universidades en Argentina. La respuesta fue rápida y alentadora, pero sólo psicológicamente, porque no había nada que pudiese hacerse,

especialmente desde afuera. Pero recibimos copia de una carta firmada por cientos de renombrados físicos, incluyendo siete premiados Nobel, que junto a tres colegas publicamos como solicitada en los mayores diarios de Argentina (Fig. 6). Estas acciones a nivel internacional enfurecieron a la Junta Militar, particularmente a Onganía, y se hablaba de acusaciones por traición a la patria.

*New York Times 8/20/66*  
**Argentine Scientist Assails Regime**  
 By H. J. MAIDENBERG  
 Special to The New York Times  
 BUENOS AIRES, Aug. 19 —  
 An Argentine scientist who has contributed to the United States space program said today that most of his colleagues were prepared to leave the country with a clear conscience unless the military regime restored freedom to the universities.  
 In a letter to the editor of The Buenos Aires Herald, Prof. Juan G. Roederer wrote:  
 "Most of us are prepared to leave the country to accept scientific asylum elsewhere, should all hope be gone. We would do it without remorse. We have done our duty to our country: See our new research centers and teaching facilities. And, even more important, meet our hundreds of well trained graduates. Now it is our country that is heavily in debt to us."  
 With these words, Professor Roederer, director of the National Center of Cosmic Radiation Research, summed up the views of hundreds of Argentine teachers and researchers who have resigned from state universities rather than work under the regime of Lieut. Gen. Juan Carlos Onganía.  
 "A few weeks ago, the Government proceeded against the state universities with a most inexplicable and utterly unwelcome display of force, setting back Argentine science for years and threatening to wipe out the achievements of the new generation," the 37-year-old scientist wrote. "It is not my purpose to describe what happened."  
 When the military regime seized control of the universities July 29, their traditional autonomy ended. Later that evening, scores of teachers and students were beaten in a police raid at the giant University of Buenos Aires.  
 More than half the 2,000 members of the teaching staff resigned. Many of them are leaving Argentina, Professor Roederer had taught on a part-time basis and many had been appointed for political reasons. Many of them, displaced by highly qualified newcomers, were forced to move to religious-sponsored colleges.  
 Many university people now believe that pressure by these displaced professors on the Onganía military regime led to the seizure of the national universities.  
 Answering right-wing extremists' complaints about the universities' former autonomy, Professor Roederer declared in his letter:

*New York Times*  
 FRIDAY, SEPTEMBER 23, 1966.  
**SPLIT IN MILITARY SEEN IN ARGENTINA**  
 Faction Offering Teachers Funds to Stay in Nation  
 By H. J. MAIDENBERG  
 Special to The New York Times  
 BUENOS AIRES, Sept. 22—  
 The first split in the military regime's ranks became apparent today after a group of officers offered to pay former university teachers not to leave the country.  
 Hundreds of college teachers resigned following Lieut. Gen. Juan Carlos Onganía's order of July 29 seizing secular universities, abolishing their traditional autonomy and placing them under direct control of his regime. The military overthrew the civilian government of President Arturo U. Illia a month earlier.  
 Scores of teachers have since left Argentina or are planning to do so. They cite President Onganía's refusal to reconsider his move and his policy of replacing them with trusted followers.  
 Rebellious young officers promising that the situation will soon change, have been telling the former teachers that their full salaries will be paid.  
 action was a direct slap at General Onganía's close friend, the new rector of the University of Buenos Aires, Dr. Luis María Botet. Dr. Botet, an extreme rightist has denounced those who resigned. "The paramount concern is loyalty to the Government," he said. "We must have order and discipline."  
 The immediate reaction from former professors of science and engineering to the offer has been negative. "We don't trust the military and are not interested in their internal squabbles," a physicist declared, "nor do we need a cooling off period, which may be behind the whole thing."  
 Few Accept Offer  
 While few, if any, professors have accepted the offer, the military source said, considerable interest has been reported among teaching assistants, graduate students and laboratory technicians.  
 This assessment was backed by Dr. Juan G. Roederer, who resigned yesterday as director of Argentina's National Center for Cosmic Radiation Research. "Certainly it is the first positive sign we have had from anyone connected with the regime," Dr. Roederer said, "but it is too late."  
 He said that to his knowledge 27 members of the science faculty had left for Chilean universities. A like number are reported working in Venezuela.

**Figura 7:** Artículos aparecidos en el New York Times el 20 de agosto y el 23 de setiembre de 1966 describiendo el primero la carta que había escrito Juan Roederer al Buenos Aires Herald y el segundo las tratativas con algunos miembros de las fuerzas armadas para retener en sus institutos de investigaciones a algunos de los renunciantes.

Durante el mes de agosto la situación en la Universidad se fue empeorando rápidamente. El “rector” de la universidad, un abogado de ultra derecha nombrado por Onganía, hizo absurdas declaraciones diciendo que los profesores en nuestra Facultad de Ciencias requerían que los estudiantes supieran marxismo-leninismo antes de asignarles las notas de aprobación (es interesante destacar que hace poco leí algo similar en una carta al editor de nuestro diario en Fairbanks, Alaska).

Hacia mediados de setiembre varios profesores tuvimos conversaciones con oficiales de la Fuerza Aérea (el componente mas “inteligente” dentro de las Fuerzas Armadas), que estaban desesperados por el posible éxodo de físicos bien entrenados, en particular de aquellos que, como yo, estaban a cargo del programa científico de cohetes para la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales. Estos oficiales habían comenzado una conversación con oficiales de la Fuerza Naval en otro instituto tecnológico (CITEFA). Tuvimos dos reuniones secretas. La cuestión era ¿Qué se puede hacer en esta etapa de la revolución de Onganía para evitar el éxodo total? Se analizó una oferta de CITEFA de pagar salarios a algunos de los principales físicos, químicos y matemáticos renunciando que fuesen de interés para CITEFA, para evitar que se fuesen del país, esperando que hubiese cambios en la decisión gubernamental en un futuro cercano. Al mismo tiempo y por suerte, la misma idea fue promulgada por la Fundación di Tella con fondos de la Fundación Ford. Esta Fundación nos subsidió hasta que partimos definitivamente hacia los EE.UU. en marzo de 1967. Como era de suponer, la información acerca de nuestras conversaciones secretas con los militares llegó a los oídos del Dr. Martínez Paz, temido Ministro del Interior (a

cargo de la SIDE, Secretaría de Informaciones del Estado), y las cosas comenzaron a ponerse difíciles para mí personalmente, agravada por artículos en el New York Times que me mencionaban en forma explícita (Figura 7).

Me informaron en términos inequívocos: “O Ud. está con nosotros o está con el enemigo...” (un viejo dicho de Lenin). Es un signo típico de dictadores y partidos políticos totalitarios considerar a la democracia no como “el arte del compromiso” sino como “nuestra forma o ninguna forma”. Una placa recordatoria que presenta una lista de los líderes universitarios que fueron objeto de ataques y persecución del gobierno de Onganía se puede ver en una pared cerca de la Casa Rosada (sede del Poder Ejecutivo en la Argentina) (Figura 8).

Obviamente, tomamos muy en serio las amenazas del ministro y, después de varias semanas angustiosas, decidimos emigrar a los EE.UU.. Por suerte, tuve varias ofertas de tra-

bajo y acepté ir a la Universidad de Denver. No fue fácil obtener una visa de inmigración por varias razones, y necesitamos la asistencia la NASA y la Fuerza Aérea de EE.UU., además de un permiso especial del Secretario de Estado Dean Rusk. Todo nuestro dossier fue clasificado como secreto: el Departamento de Estado de EEUU no quería que el gobierno de Onganía se enterara de que (a) estábamos emigrando y (b) que la Fuerza Aérea de EE.UU. nos estaba ayudando. En efecto, cuando fuimos a firmar los documentos a la Embajada de EE.UU. en Buenos Aires, el cónsul mismo estaba perplejo y nos dijo, lanzando una carcajada, ¡que debíamos firmar los documentos, pero que siendo secretos no nos estaba permitido leerlos! Nuestra partida ocurrió en un momento oportuno ya que pocos años después otro régimen militar mucho más brutal tomó el poder con la excusa de luchar contra una guerrilla ilegal (los Montoneros y otros grupos). Lamentablemente esa Junta militar practicó miles de detenciones, torturas, y asesinatos de personas inocentes



**Figura 8:** Placa recordatoria con una lista de líderes universitarios que fueron objeto de ataques y persecución del gobierno de Onganía, en una pared cerca de Perú 222, con Alex Roederer, nieto de Juan.

o simplemente contrarios a la dictadura, la mayoría muy joven (Los Desaparecidos). Durante esos años, desde 1975 a 1983, el FBI me prohibió visitar la Argentina, dado que yo tenía una "US Department of Energy top secret security clearance"; la CIA había descubierto que en la Argentina yo estaba en una "lista roja" de personas a ser detenidas, ¡casi 10 años después de haber emigrado!

#### ■ PARTE IV: TRABAJO CON CIENTÍFICOS DEL BLOQUE SOVIÉTICO

Mi experiencia con el régimen soviético se extendió desde 1970 (aunque en realidad mi primera visita a la URSS fue en 1958) hasta su desmembramiento en 1990 (mi última visita a la nueva Rusia fue en 2003). Visité la URSS más de 20 veces en ese período y recorrí el país extensamente en misión oficial con el objeto de organizar colaboraciones este-oeste, primero en investiga-

ciones espaciales, más adelante en investigaciones del Ártico, y siempre como invitado de la Academia de Ciencias de la Unión Soviética/Rusia. Esto último, lejos de representar una restricción, me dio excepcionales posibilidades de visitar lugares vedados a extranjeros, de entrar al país sin sufrir desagradables inspecciones aduaneras, de hacer transacciones atrevidas como comprar regalos con rublos ganados por la publicación de mi libro traducido al ruso, o ayudar a un científico espacial judío a emigrar a Israel y establecer amistad personal con colegas soviéticos.

En 1970 el régimen soviético tenía ya 53 años y su situación era muy diferente a la de los regímenes totalitarios que había vivido anteriormente, incluso el régimen nazi. Dos generaciones de ciudadanos ya habían pasado por el régimen comunista y la maquinaria terrorista de

Stalin había matado más gente que la de Hitler. Pero cuando comencé a visitar la URSS de una manera regular, el gobierno soviético y el Partido Comunista estaban completamente desgastados y, a pesar de todos los logros espaciales y el aparente poderío militar, el desarrollo tecnológico y la innovación estaban llegando a una parálisis: las naves espaciales, los misiles y las bombas atómicas eran muy imponentes, pero técnicamente poco sofisticados y electrónicamente poco confiables. El Partido Comunista estaba en manos de una elite económicamente privilegiada y mal acostumbrada, y no en manos del "proletariado", como había soñado Lenin. Los miles de grandes carteles políticos en los techos de los edificios proclamando el bienestar de los ciudadanos, las grandes banderas rojas (Figura 9), las estatuas de Lenin y los emblemas con la hoz y el martillo pasaban totalmente desapercibidos por los pasantes. La



Figura 9: Leningrado con gigantesca bandera roja. Centenario de Lenin 1970.

única manera de mantener obediente y bajo control a la cansada población era mantener un permanente estado de miedo a todo nivel, un control estricto de la información, ya sea sobre los hechos diarios, o en ciencia, y un estricto control de viajes al exterior.

Dado que los proyectos internacionales que yo estaba organizando requerían, por su propia naturaleza, la diseminación de información, la publicación de datos y resultados y la participación en reuniones internacionales, fue necesario mantener discusiones y entrar en negociaciones con altas autoridades de la

Academia de Ciencias (Figura 10), incluso con los oficiales del servicio secreto (KGB) que estaban adscritos a los institutos de investigación. Todo esto me permitió obtener una visión interna del sistema que pocos científicos de occidente pudieron adquirir.

La Unión Soviética es el mejor ejemplo de cómo un gobierno autoritario (o un partido político extremista) que llega al poder con el alto objetivo de implementar sueños primitivos, prácticamente inalcanzables (en este caso el marxismo del siglo XIX), degenera rápidamente: un dictador toma el poder, el terror

es impuesto para mantener un estado general de miedo y obediencia, las elites partidarias se desarrollan alimentadas por una masiva corrupción, a los ciudadanos se le prohíbe salir del país (incluso desplazarse dentro del mismo), la información del exterior es suprimida y la información interior es controlada y distorsionada. Un caso interesante es el de otros países del bloque soviético, en particular la República Democrática Alemana (DDR), país que también conocí muy bien. Sus líderes le fueron impuestos desde afuera y eran marionetas de la URSS, pero las demás características totalitarias se desarrollaron internamente



**Figura 10:** En un instituto de la Academia de Ciencias de la Unión Soviética. 1973. Juan Roederer es el quinto desde la izquierda.



muy rápidamente, mayormente a través del desarrollo de un partido local con ciudadanos de elites que se sometían al régimen para obtener ventajas personales. El caso de la República Popular China es un poco diferente. Visité la RPC siete veces, cinco de ellas como invitado de la Academia China de Ciencias y viajé extensamente, inclusive al Tibet. La revolución comunista en China fue autóctona, pero en gran parte su sistema fue copiado del de la URSS, hasta que Deng Xiao Ping introdujo las reformas económicas e industriales (las Cuatro Modernizaciones), adoptando la "Perestroika" (reestructuración) pero no el "Glasnost" (transparencia), haciendo de China el poder que es hoy. La relativa libertad que hay en China (para hacer negocios, viajar y aun criticar a empleados gubernamentales de bajo rango) está muy regulada. No se tolera ninguna oposición al sistema en sí.

También tuve oportunidad de interactuar con científicos cubanos, en general durante mis viajes a la Unión Soviética. Cuando finalmente visité La Habana en 1993, Cuba ya había perdido el apoyo ruso y el régimen de Castro tenía muchas dificultades económicas. Durante esa visita, sin embargo, la Ministra de Educación y Ciencia me dijo en confidencia que "lo mejor que le podía pasar a Fidel era el Embargo (impuesto por los EEUU), pues eso alimentaba el apoyo popular, incluso de los contras". En una reunión clandestina a la le Carré, un miembro de la Resistencia, me dijo que si no fuese por ese Embargo, ¡Cuba ya sería un país libre! Lo que la oposición necesitaba desesperadamente eran contactos personales e intercambio de información, factores que habían contribuido, en gran medida, a la caída del comunismo en la URSS y sus países satélites. Esto representa el "éxito" de la absurda

política exterior de los EE.UU.. ¡Y la historia se repite ahora con Irán!

## ■ PARTE V: LECCIONES APRENDIDAS

En las secciones precedentes hice algunas conexiones entre mis experiencias y los hechos que ocurren actualmente en Estados Unidos. Naturalmente, es poco serio usar indiscriminadamente la experiencia personal adquirida con regímenes dictatoriales en otras partes del mundo para analizar la situación política en el propio país. En primer lugar, obviamente es esencial considerar las características particulares e históricas de cada país. Para mi caso personal, se puede resumir mi impresión concerniente a los EEUU en la siguiente forma: *la Guerra Civil no ha terminado y los Confederados están ganando*. No hay esclavitud y tiroteos en este momento, pero ¡basta escuchar a los que controlan a los grupos de extrema derecha! Segundo, como está documentado en numerosas estadísticas, *el nivel promedio de educación en EE.UU. está muy por debajo del de la mayoría de las naciones industrializadas*, incluyendo algunos países en desarrollo. Es descorazonador observar la ceguera de la población de EE.UU. al fenomenal desarrollo de la ciencia y la tecnología en partes de Europa y Asia y los beneficios que ello trae en las comunicaciones, el transporte y la energía. Tercero, y como fenómeno exclusivo en EE.UU., *el fetichismo de las armas se ha transformado en un fenómeno de psicopatía colectiva que amenaza la vida misma*.

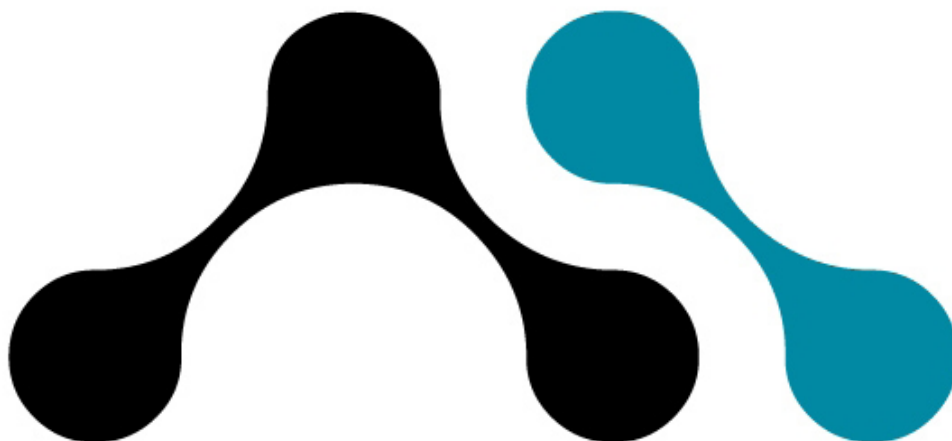
**Nota agregada por el autor en enero de 2021.** Desde la redacción de este "memorandum" ha pasado casi una década—incluyendo la presidencia de Donald J. Trump. El período de esta última ha demostrado fehacientemente la inherente fragilidad de una democracia: el país

que se autotitula "El país número uno del mundo" estuvo a punto de convertirse en una gigantesca república bananera—con machetes nucleares. Pero me temo que el peligro no ha pasado...

## ■ NOTAS

1 *Ciencia Hoy* **12**, 38 (2002)

2 *Physics Today* **56**, 32 (2003); <https://doi.org/10.1063/1.1554134>



FUNDACION ARGENTINA DE  
**NANOTECNOLOGIA**

(5411) 4518-1715/4518-1716 - 25 de Mayo 1021. C.P. 1650.  
San Martín. Provincia de Buenos Aires. Argentina - [www.fan.org.ar](http://www.fan.org.ar) - [info@fan.org.ar](mailto:info@fan.org.ar)

## MIRIAM STRUMIA

por Marcelo Calderón



Me enorgullece enormemente contar con la posibilidad de escribir una semblanza sobre la Dra. Miriam Strumia, o como la conocemos los que la queremos, “la Miriam”. Esta semblanza antecede una reseña donde el/la lector/a tendrá la oportunidad de conocer en detalle el andar de Miriam en la vida académica, con sus sabores y sinsabores. Por lo tanto, no me voy a detener a comentar los logros y aciertos de su carrera, sino voy a aprovechar para dejar reflejado en unas pocas líneas a través de experiencias propias, la excelente calidad personal de Miriam.

En cuanto a la relación profesional y de amistad que nos vincula, la misma empezó entre los años 1999 y 2000 cuando el grupo de investigación al que pertenecíamos con la Dra. Marisa Martinelli se disolvió, al jubilarse la directora del mismo, la Dra. Ángela Suarez. Como consecuencia, el grupo de investigación en polímeros que codirigían el Dr. Héctor Bertorello y Miriam nos recibieron como nuevos miembros. En aquel momento estaba dando mis primeros pasos en la investigación en la química organometálica como ayudante alumno, pero el cambio de grupo también resultó en un cambio en las actividades a realizar y en nuestros intereses de investigación. Al coincidir con el tiempo en

que el Dr. Bertorello se jubilaba, en esos primeros años como ayudante alumno tuve la oportunidad de presenciar el incremento de responsabilidades que pasaban a cargo de Miriam. Más allá de ser un tiempo estresante, por los cambios y reestructuraciones que el grupo experimentó, Miriam siempre encontró la forma de acompañarnos y de motivarnos, y como reflejo de su actitud, el espíritu que se vivía en el grupo fue siempre de efervescencia creativa, de jovialidad y de búsqueda de aplicaciones avanzadas de los materiales que estábamos desarrollando. Este marcado perfil de Miriam también se me hizo obvio al cursar la asignatura Macromoléculas Naturales y Sintéticas a su cargo, cuando encontré por primera vez una correlación directa entre los conceptos “abstractos” que estudiábamos en las asignaturas y el “mundo real”.

Siendo aún un estudiante de grado, recuerdo que la manera de

Miriam para relacionarse con los miembros del grupo me resultó sorprendentemente cálida. En una época en que las barreras (abstractas) entre estudiantes y profesores se me hacían excesivamente altas, me resultó muy grato formar parte de un grupo de investigación en el que la puerta de la oficina de “la jefa” estaba siempre abierta. Esas fueron mis primeras sensaciones de lo que con el correr de los años confirmaría con creces: para la gran mayoría de los investigadores que pasamos por su grupo, Miriam cumplió un rol de madre científica, a quien seguimos recurriendo a por consejos de índole personal y profesional. A través de esta cercanía, Miriam nos enseñó con el ejemplo la importancia de la familia, con su comportamiento ejemplar como hija, madre y abuela.

A través de la dirección de mis trabajos de investigación de practicanato y de doctorado, Miriam supo enseñarme la importancia del trabajo multidisciplinario y colaborativo. En ambos casos establecimos vínculos fuertes con grupos de investigación en Córdoba, Río Cuarto, Bahía Blanca, Santiago de Chile, y Berlín, para expandir nuestras investigaciones desde el área de los polímeros hacia la electroquímica, reología, fisicoquímica, nanomedicina, entre otros. A pesar de separar caminos

después de completar mi doctorado en 2007, nunca abandonamos el vínculo de colaboración por el cual posibilitamos el intercambio de estudiantes entre nuestros grupos en Argentina y Alemania. Nunca me canso de recalcar la importancia que este incentivo a establecer colaboraciones interdisciplinarias e internacionales tuvo y tiene en el crecimiento que todos los investigadores bajo la dirección de Miriam hemos experimentado.

Es de destacar la generosidad con la que Miriam nos recibió en su casa para celebrar los logros del gru-

po cada fin de año, asado y piletita mediante. Así mismo, las puertas de su hogar estuvieron siempre abiertas cada vez que visité Córdoba, especialmente en mi última visita, con mi mujer y mi pequeño hijo Camilo, de quien Miriam es desde entonces una abuela más.

Como se desprende de esta semblanza, escribir estas líneas me resulta muy especial, ya que mi relación profesional y personal con Miriam ha cruzado la totalidad de mi vida académica. En un primer momento como estudiante en formación, hasta hoy en día que tengo el privilegio

de liderar mi grupo de investigación, donde cada día trato humildemente de implementar las lecciones aprendidas de ella. En el camino quedaron muchos momentos y esfuerzos compartidos, los cuales nos llevaron hasta el día de hoy, cuando recientemente tuvimos el enorme placer de presenciar virtualmente la incorporación de Miriam a la Academia Nacional de Ciencias de la República Argentina. Indudablemente un hito que confirma la calidad profesional de Miriam y su rol como referente en la química de los polímeros en Argentina.

# MUJER, MADRE Y CIENTÍFICA: CONVIRTIENDO DESAFÍOS EN OPORTUNIDADES<sup>1</sup>

**Palabras clave:** polímeros, dendrímeros, dendrones, nanomateriales, nanoestructuración.  
**Key words:** polymers, dendrimers, dendrons, nanomaterials, nanostructuring.

La autora describe los conflictos que puede generar el deseo de compatibilizar las demandantes tareas de los roles de madre y de científica –roles ambos que llevó adelante muy exitosamente– para terminar con una cita de Atahualpa Yupanqui que es un canto a la esperanza y a la alegría: “Gracias a la vida que me ha dado tanto, me ha dado la risa y me ha dado el llanto”.

## ■ Miriam Cristina Strumia

Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Química Orgánica. Av. Haya de la Torre y Av. Medina Allende, Córdoba, X5000HUA, Argentina. CONICET, Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada (IPQA). Córdoba, Argentina.

mstrumia@unc.edu.ar

<sup>1</sup> Editor asignado: **Miguel A. Blesa**

## ■ PALABRAS INICIALES

Esta invitación del Dr. Blesa para escribir mi autobiografía me ha motivado para hacer una retrospectiva y recopilación de recuerdos ocurridos tanto en mi vida personal como laboral desde el ingreso a la universidad hasta estos días. Fue importante recordar cuales fueron las motivaciones que me impulsaron a elegir la investigación científica como forma de vida y poder dejarlo por escrito en esta presentación.

El escrito está dividido en cuatro subtítulos que enmarcan diferentes etapas de mi trayectoria científica que van íntimamente unidas a circunstancias familiares. La primera habla un poco de mis orígenes y del modo en que se despertó la vocación por seguir química como carrera universitaria. La segunda cuenta a lo que me tuve que enfrentar para

poder equilibrar todos los roles que me tocaron cumplir en los inicios y durante mi profesión. Luego, refiero cómo nació el grupo de polímeros y por las diferentes etapas de crecimiento por la que fue pasando, siendo hoy conocido con el nombre de LaMaP. Finalmente, concluyo con algunas reflexiones que me gustaría que fueran importantes para la gente joven que está en estos momentos buscando nuevos horizontes para tomar decisiones y poder pensar en un futuro promisorio. Sinceramente, espero que esta historia que aquí se relata pueda ser de ayuda para ellos y de grato recuerdo para muchos de mis colegas y amigas/os.

La invitación del Dr. Blesa para escribir mi biografía llegó en un momento muy especial que quedará grabado en la memoria de todos: la pandemia del Covid 19, que nos

obligó a aislarnos y adaptarnos a las nuevas circunstancias, generando innumerables experiencias de aprendizaje, pero también situaciones de angustia e incertidumbre. En este nuevo ambiente general inesperado que nos afectó de un modo tan profundo, llegaron para mí otras experiencias muy motivadoras y emocionantes. Una de ellas fue mi presentación de incorporación a la Academia Nacional de Ciencias en septiembre 2020 por vía zoom. La emoción de ver en la pantalla un mosaico dividido en miles de cuadros con los rostros de mis seres queridos, amigas/os, colegas, discípulas/os y estudiantes, fue muy intensa y gratificante, una verdadera caricia al alma, sobre todo teniendo en cuenta que hacía pocos meses estaba comenzando a asumir mi jubilación. Al poco tiempo me llega esta invitación del Dr. Blesa y,

entre la sorpresa y el agradecimiento, volví a sentir ese estado de gran emoción y entusiasmo, y aquí estoy, escribiendo "la historia de mi vida".

### ■ EL DESPERTAR DE UNA VOCA- CIÓN INESPERADA: LA INVESTI- GACIÓN CIENTÍFICA

Mirando mi pasado y reflexionando sobre mi origen y mi familia, pareciera a primera vista extraño que haya elegido estudiar en la universidad y dedicarme a la investigación científica. Mi padre era obrero metalúrgico y mi madre modista, yo soy la primera generación que tuvo estudios universitarios. Sin embargo, ese hogar modesto de trabajo y disciplina es el primer eslabón de un camino que me llevó a elegir dedicarme a la investigación y a inclinarme de un modo especial por la investigación aplicada.

Soy única hija de padres originarios de Balnearia, un pueblito cercano a la laguna Mar Chiquita al noreste de Córdoba. Ambos nacieron en ese pueblo en el año 1930 y eran hijos de inmigrantes italianos. Mi padre, Ricardo, vino a la ciudad de Córdoba a buscar trabajo y luego volvió a Balnearia a casarse con mi madre, Micaela; luego, ambos se radicaron en Córdoba. A pesar de lo dura que fue la vida para ellos, siempre procuraron, dentro de sus limitaciones, darme todo lo necesario, y fueron especialmente lúcidos y generosos en priorizar mi educación y enviarme a una escuela privada tradicional de clase media. De ese modo, luego de hacer el jardín de infantes en una escuela pública, hice el primario y secundario en el colegio Nuestra Señora del Huerto, un clásico colegio de la calle Belgrano y Caseros del centro de Córdoba. Los recuerdos de mi padre llevándome en una motito Zanella a las reuniones con mis compañeras de colegio y el de mi madre, cosiendo a

las apuradas alguna prenda para que estrenara en algún encuentro social, quedaron grabados en mi memoria y mi corazón.

Por esas cosas inexplicables de la vida, mi padre falleció muy joven, con solo 43 años, cuando yo estaba cursando mi último año del secundario. Eso marcó profundamente mi vida y la de mi madre, quedando las dos solas para hacernos cargo juntas de nuestro futuro.

Por aquellos años, se alentaba que las mujeres estudiáramos carreras que no comprometieran mucho tiempo fuera del hogar, para no interferir en el rol de *amas de casa* que consistía fundamentalmente en ocuparse de las tareas domésticas y la crianza de los niños. De este modo, muchos miembros allegados a mi círculo más cercano, teniendo en cuenta la facilidad para las ciencias exactas que había mostrado en el colegio secundario, me estimulaban a que estudiara profesorado de química o física. Sin oponerme de un modo directo y evitando las confrontaciones, decidí estudiar química, pero no el profesorado sino a nivel universitario y fundamenté mi decisión aludiendo al hecho de que, dado que la universidad es gratuita, sería más fácil llevar adelante mis estudios. Ingresé a la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ) en el año 1974, cuando el país transitaba un difícil momento político y así, con un poco de miedo y con la inseguridad que acompaña a la soledad, comencé mis estudios universitarios.

En la FCQ de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) se entregan los títulos profesionales de Bioquímica, Farmacia y Licenciatura en Química, más recientemente se ha incorporado la carrera de Biotecnología. La licenciatura en química tenía las orientaciones en química física, química orgánica y química

biológica. Todas las carreras tenían dos años en común con asignaturas básicas y en el tercer año se elegía la orientación específica. Si bien mi primera elección fue seguir la carrera de bioquímica, cursando el segundo año y al asistir a las clases de química orgánica II, las excelentes cualidades docentes del Dr. Jorge Pérez inclinaron mi decisión a seguir la licenciatura en química con orientación en química orgánica. Ya en el último cuatrimestre de cursado de la licenciatura y por el promedio obtenido en la carrera, la FCQ me dio una beca de "estímulo a la investigación" por la cual podía elegir un director y trabajar algunas horas en su laboratorio para conocer lo que eran las actividades científicas. Elegí el laboratorio de la Dra. Ángela Suarez (síntesis de compuestos orgánicos halogenados), que despertó en mí esa vocación latente por la pasión a la investigación y en especial, por la química orgánica. Desde esos tiempos (1978) de largas horas de trabajo experimental, hasta marzo de 2020, no dejé nunca de transitar por los laboratorios y los destinos del Dpto. de Química Orgánica (DQO).

### ■ SORTEANDO ADVERSIDADES COMO PROFESIONAL, ESPOSA Y MADRE

Fueron muy frecuentes las dificultades que tuve que afrontar, tanto profesionales como en mi vida personal. En cada una de estas instancias, hubo mucho trabajo y esfuerzo de por medio, y también lágrimas y frustraciones, pero todas ellas me dejaron importantes enseñanzas. Cuando me recibí en 1978 ya estaba casada, de modo que desde los comienzos de mi actividad profesional tuve que armonizar la atención del hogar con el trabajo, que además era necesario para el sostenimiento familiar. En ese momento, la Dra. Suarez no tenía la posibilidad de

ofrecerme un cargo en su laboratorio y comencé a trabajar con un cargo docente de dedicación exclusiva (DE) en la Facultad de Agronomía. Si bien ésta fue una experiencia que me permitió aprender mucho sobre la relación laboral y el mundo interno universitario, me di cuenta rápidamente que no era lo que quería y tomando coraje fui a hablar con el Dr. Héctor Bertorello para pedirle que fuera director en la solicitud de una beca de Conicet para realizar el doctorado. El Dr. Bertorello, amable y comprensivo, me miró con cara de asombro y me dijo: *"¿Ud. sabe m'hija que se tendrá que poner una carpa en el patio de la facultad y trabajar todo el día?"*. En aquel tiempo el Dr. Bertorello estaba iniciando la línea de investigación en polímeros y lo hacía a través de un convenio con la Fuerza Aérea Argentina para el desarrollo de propulsores sólidos para cohetes, y ese fue el tema con el cual solicité la beca al Conicet.

Afortunadamente, la beca me fue otorgada en abril de 1980, cuando yo estaba embarazada de mi primera hija, Pamela, que nació en junio del mismo año. Por diferentes razones a nivel nacional y por políticas internas de la FCQ, como fueron el inicio de la guerra de las Islas Malvinas y la aprobación de un nuevo reglamento para la carrera de doctorado, mi tesis culminó precipitadamente en el año 1982. Esta finalización brusca de la tesis impidió que se pudieran realizar las pruebas a escala banco de los propulsores desarrollados y, por lo tanto, nos quedamos con la duda de cuál sería finalmente la eficiencia de los materiales preparados. Sin embargo, el desarrollo de la tesis permitió alcanzar interesantes resultados sobre la síntesis de poliuretanos y del polímero base, un copolímero de butadieno-co-ácido acrílico sintetizado en nuestros laboratorios (coordinado principalmente por el Dr. Gerardo Argüello,

alias Manolito) cuya optimización nos dio varios dolores de cabeza. Todavía recuerdo que, después de varios accidentes experimentales, que produjeron varios pegotes de polímeros en el techo del laboratorio y unos cuantos balones rotos, aprendimos que esas reacciones de polimerización en masa eran muy exotérmicas.

Esos años de trabajo en el área de polímeros fueron para mí el motorcito que alimentaba mis ganas de levantarme cada mañana para ir a trabajar y mi búsqueda continua de ver cómo podíamos mejorar o idear una síntesis de un material polimérico que llevara a propiedades nuevas y útiles para la aplicación en diversas áreas tecnológicas. Esas ideas se hicieron en parte realidad cuando en el año 1987 obtuve una beca de formación superior de Conicet para trabajar en un convenio entre el Centro de Química Aplicada de la FCQ (Cequimap) y la empresa Petroquímica Río III. El tema de trabajo era el estudio de los procesos de optimización para la obtención de Tolueno Diisocianato (TDI), reactivo que yo había usado en mi tesis doctoral.

El Dr. Bertorello, por aquel entonces, había aceptado la invitación a trabajar en Río de Janeiro como profesor visitante y el grupo quedó acéfalo. Cada integrante del grupo buscó sus oportunidades de trabajo. En mi caso particular, pensando que mi futuro en el DQO era incierto, comencé a estudiar la carrera de farmacia como una forma de ampliar mis posibilidades laborales y, paralelamente, buscaba trabajo como licenciada en química en otros lugares. Asimismo, comenzamos con la Dra. Cecilia Álvarez Igarzábal, en ese momento estudiante y agregada del grupo, a transitar por la obtención de hidrogeles y comencé a dirigir el grupo con la gente que

quedaba, al cual se habían sumado algunos estudiantes que se acercaban por interés en el tema. Al poco tiempo, me presenté a un llamado para un puesto de trabajo en una industria papelerera de Gualaguaychú (Entre Ríos) y fui seleccionada para una entrevista. También, se realizó un llamado a un cargo de profesor adjunto de DE en todas las áreas del departamento, y me presenté, con la idea de auto convencerme que la universidad no era mi lugar y que debía ir a esa entrevista de la industria papelerera. La sustanciación del concurso mostró, sin embargo, que estaba equivocada, pues, si bien mi CV no acreditaba una estancia en el extranjero ni muchas publicaciones científicas internacionales, que son elementos de valoración esenciales en el ámbito académico, yo contaba con la valiosa experiencia de estar a cargo de un grupo y de poder demostrar que tenía capacidad para poder hacerlo. Esto me dio la seguridad necesaria para hacer un planteo claro de lo que esperaba de un grupo de investigación e hizo posible que ganara el concurso y obtuviera mi primer cargo de Profesora DE en el año 1988. Sin embargo, las sabias palabras del Dr. Edmundo Rúveda (Investigador destacado en el área de química orgánica a nivel nacional e internacional) y uno de los integrantes del tribunal del concurso, me hicieron un importante llamado de atención que quedó latente por mucho tiempo: necesitaba en algún momento hacer una pasantía en el extranjero si realmente quería hacer una carrera científica-académica. Ese fue su sabio consejo.

Para esa altura de mi vida, ya había nacido mi segunda hija, Noelia (1984) y mi hijo Juan Hernán (1986) y, por lo tanto, tomar la decisión de irme a otro país para poder cumplir con el consejo del Dr. Rúveda, era una meta casi imposible de alcanzar. En el año 1995, la Asociación

Química Argentina, conjuntamente con la *American Chemical Society*, otorgaban becas para estancias cortas en universidades estadounidenses. Fue así que tomé la decisión de pedirla para ir por un período de 4 meses a trabajar con el Prof. George Newkome en la Universidad del Sur de Florida (Tampa). El Dr. Newkome es un referente internacional y uno de los pioneros en el campo de la "Química de Dendrímeros". Ya hacía varios años que me entusiasma da conocer ese fascinante mundo de los dendrímeros que había cambiado radicalmente la clásica química de los polímeros lineales y de cadena larga, por estos globulares, de alta solubilidad y baja viscosidad. Cuando me otorgaron la beca, no podía creer que se pudiera hacer realidad dicho anhelo. Durante ese período comencé a trabajar en la preparación de soportes para afinidad cromatográfica usando dendrones como ligandos. Los resultados fueron novedosos, pero no mostraron alta eficiencia. Asimismo, luego de continuar en Córdoba con los estudios, se dio origen a una publicación internacional (Strumia M. et al, 2000). Esa fue una etapa importante de mi vida, de grandes aprendizajes y fuertes emociones, no solo en mi carrera profesional sino también en mi vida personal. Me fui a Tampa sola, sin mi familia, porque ellos no podían acompañarme por tan poco tiempo, y en momentos que se me hacía muy duro superar lo mucho que los extrañaba, pensaba si valía la pena hacer ese sacrificio para mejorar mi carrera científica. Hoy, a la distancia, me siento afortunada de haber tomado esa decisión, no solo para poder enseñarles a mis hijos y a mis estudiantes que hay experiencias que enriquecen, aunque no se vean a corto tiempo sus resultados, sino porque marcó un antes y un después en las decisiones de mi vida. Después de esa experiencia y con el transcurso del tiempo, me

fui auto-reconociendo, por un lado, como una científica que tenía agallas para serlo y, por otro, como una mujer, que podía pelearla y defender mis principios y mis objetivos de vida. A partir de allí me fui proponiendo nuevas metas con una mentalidad diferente y con mucha fuerza para enfrentarme a los nuevos desafíos laborales y personales. Una de los obstáculos que tenía que enfrentar y madurar era, sin lugar a dudas, cómo armonizar mi pasión por el trabajo y mi dedicación a la familia. Puedo hablar de este tema muchas páginas más, pero lo dejo para un próximo artículo; fue un período muy complicado y doloroso en el que tuve que tomar una decisión difícil, como la de seguir mi vida sola junto a mis hijos y divorciarme de mi pareja luego de 30 años de estar juntos (2001).

Si tuviera que dar una conclusión sobre aquellos tiempos (1980-2000) en lo que concierne a mi rol como científica y mujer, diría que nuestra generación de becarios, y luego investigadores, fue una *generación bisagra*. Si bien no sentí en mi caso personal el peso de la diferencia de género ni la presión del techo de cristal, ya que siempre me tocó competir con colegas del mismo género, reconozco que en muchos ámbitos mis congéneres tuvieron serios problemas, aunque todavía la cuestión de género no era un tema instalado ni éramos conscientes de todo lo que implicaba. Lo que sí sentí de un modo profundo y doloroso fue el peso de las injusticias y las inequidades, como las decisiones y favores "entre amigos" en contra de las institucionales. En ese sentido, las luchas para romper con esas barreras fueron muy duras y estresantes. Hoy entiendo muy bien las causas de ese comportamiento. Esos profesores que lucharon fuertemente para crear la Facultad de Ciencias Químicas y lograr exitosamente se-

pararse de la Facultad de Medicina, de la cual habían nacido como un instituto, les costaba admitir que los tiempos habían cambiado y que la facultad había crecido. Principalmente, les costaba ver que había una generación intermedia que iba ganando en número, que necesitaba ser oída y tenida en cuenta a la hora de presentar sus reclamos. Fue necesario crear nuevos reglamentos y adaptar otros, hacer nuevos planes de estudio, discutir nuevas políticas y aceptar que la democracia debía formar parte de las decisiones de la FCQ como una necesidad de responder los reclamos de la mayoría y el respeto por las minorías. Una nueva FCQ se venía gestando y era el momento de darle lugar a ese crecimiento.

#### ■ EL COMIENZO DEL LABORATORIO DE MATERIALES POLIMÉRICOS (LAMAP)

Cuando el Dr. Bertorello regresó de Brasil, fue muy generoso y respetuoso de mi trabajo y no sólo me dio la posibilidad de continuar con los desarrollos que estábamos haciendo, sino también la libertad de formar mi propio equipo de trabajo. Además, me permitió tomar decisiones sobre la organización del grupo, gestionar en representación de todos sus integrantes y manejarlo administrativamente. Así nació el Laboratorio de Materiales Poliméricos, al que hoy se lo conoce con el nombre de LaMap.

Formalmente, la dirección del LaMaP comenzó cuando el Dr. Bertorello se jubiló, y yo ya era Profesora Asociada (1999) e Investigadora Independiente en el Conicet (2003). Al regresar de mi corta formación postdoctoral en Florida, había comenzado en el grupo la línea de dendrímeros, pero a pesar de que contaba con la ayuda del Dr. Newkome, que me había donado algunos reactivos, re-



sultó casi imposible llevar adelante esa línea con la infraestructura del laboratorio y los magros subsidios que contábamos por aquellos años. Esta experiencia fue comprobada recién con la tesis doctoral de la Dra. Alejandra Halabi, cuando con mucho esfuerzo se logró sintetizar un dendrímero con grupos metacrílicos colocados selectivamente en su superficie, es decir un macromónomero dendrítico (Halabi A et al, 2000). Es por ello que, una vez culminada la tesis, cambiamos el rumbo de nuestras investigaciones y comenzamos a usar los dendrones (definidos como moléculas ramificadas monodispersas que tienen diferentes grupos funcionales en la periferia y otro como punto focal) como herramienta de funcionalización de polímeros clásicos y de superficies poliméricas. Así surgió el concepto de “Dendronización como herramienta de funcionalización” y tuvimos la suerte de ser uno de los pioneros a nivel internacional y los primeros en Latinoamérica (Páez J. et al, 2012; Brunetti V. et al, 2015). Alrededor de ese tema se realizaron tres tesis doctorales: Dr. Pablo Froimowicz, Dr. Marcelo Calderón, Dra. Julieta Páez, y una de ellas, la de la Dra. Julieta Páez (2011), recibió el premio a la mejor Tesis Doctoral en el Área de Físico-Química, otorgado por la Sociedad Argentina de Química Orgánica (SAIQO), noviembre del 2013. (Páez J., 2013)

Paralelamente, comenzamos a trabajar en la modificación superficial de polímeros sintéticos, como el polipropileno, para preparar películas con actividad antimicrobiana y antifúngica. Sobre este tema se realizaron en el grupo las tesis de Maestría de Vanina Costamagna y German Charles (en colaboración con el Cequimap) y fue objeto de trabajo de la beca Post-doctoral del Dr. Darío Arrúa, con la co-dirección de la Dra. Mónica Nazareno de la Uni-

versidad de Santiago del Estero. La tesis de Vanina fue premiada por la Asociación de Argentina de Materiales como la mejor tesis de maestría y recibió el Premio INNOVAR 2007 (Mención en el área Química Aplicada) y Premio de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual al equipo de investigación.

Estos resultados abrieron al grupo importantes desafíos con el medio empresarial de Córdoba. Comenzamos a interactuar con diferentes empresas regionales y no solo haciendo servicios de apoyo técnico sino también de asesoramiento y proyectos de transferencia y desarrollo (Subsidio FONTAR, 2002 y Proyecto FONBIO, 2009). Esta relación, que se mantiene aún en estos días, nos aportó un sinfín de oportunidades con el sector productivo y de innovación de diferentes organismos científicos. Si bien la promoción de este tipo de actividades a nivel nacional y provincial se ha ido incrementando con el transcurso de los

años, todavía sigue siendo un arduo trabajo poder concretar un diálogo efectivo y directo con el sector empresarial. A pesar de ello, el camino que comenzamos a transitar permanece abierto y es un paso importante para generar un encuentro y diálogo que posibilite la interacción y la transferencia científica y tecnológica con el sector productivo.

Ya a inicios de la década del 2010 y, en concordancia con el interés internacional por la nanociencia, comenzamos a incursionar en temas relacionados con la síntesis de nanomateriales y especialmente en el estudio de su relación estructura/propiedad. Las primeras experiencias fueron combinar nanopartículas (NPs) inorgánicas con componentes orgánicos, ya sea poliméricos o dendríticos, dando origen a nanosistemas híbridos y con alguna propiedad específica de aplicación. En torno a esta temática iniciamos la tesis doctoral de Ariel Cappelletti en la obtención de nanocompuestos



**Figura:** Con Marcelo Calderón. Cena en IDS8 - International Dendrimer Symposium, 2013, Madrid, España.

de óxidos mixtos y luego realizó su tesis Cintia Contreras, combinando NPs de óxido de titanio modificadas con un polímero dendrítico, logrando obtener superficies superhidrofóbicas y autolimpiantes. El apasionante mundo de la síntesis de nano-objetos y su uso como unidades de construcción en la obtención de materiales y superficies nanoestructuradas nos abrió varias puertas en las relaciones de trabajo interdisciplinarias y, en ese sentido, tuvimos el gusto de poder obtener varios subsidios de colaboración internacional que nos permitieron afianzarnos en este tema. Una de esas relaciones de trabajo internacional nos permitió realizar, en el marco de un subsidio de cooperación bilateral (CONICET-DFG, 2014), la tesis doctoral llevada a cabo por Catalina Biglione en colaboración con el Dr. Marcelo Calderón. En aquel momento, Marcelo se encontraba trabajando en los laboratorios de la Universidad Libre de Berlín. Previamente habíamos ya comenzado a trabajar con quien fuera su director en ese lugar, el Dr. Rainer Haag, también a través de otro proyecto de colaboración internacional (Ministerio de Ciencia,

Tecnología e Innovación Productiva y BMBF, Alemania, 2012). La relación de trabajo con Marcelo desde que culminó su tesis doctoral (2007) fue continua. Mantengo con él un vínculo estrecho basado en importantes coincidencias, pues, además de haber pasado largas jornadas de trabajo y discusión, compartimos la pasión por la investigación, el trabajo y la curiosidad que despiertan los viajes que combinan encuentros científicos con planes turísticos de tono histórico-cultural. Además, hemos compartido muchas horas de sana diversión que hacían muy alegres y llevaderas las largas jornadas en el laboratorio, logrando un clima agradable de trabajo y compañerismo. Esto ha hecho posible que se creará una relación de amistad muy afianzada, basada en el cariño, la confianza y en el diálogo sincero. Como su madre académica, hoy me enorgullece decir que Marcelo ha realizado una carrera científica brillante y es un destacado investigador en el área de materiales poliméricos con aplicación en nanomedicina. Actualmente, se encuentra como profesor y director de un grupo de investigación en POLYMAT y el

Dpto. de Química Aplicada, Facultad de Química de la Universidad del País Vasco, y la comunicación y nuestra relación laboral sigue aún activa.

Volviendo al tema de la tesis de Cata, nuestros objetivos de trabajo fueron muy ambiciosos sabiendo que contábamos con la ayuda de Marcelo. Con el desarrollo de esta tesis se alcanzaron excelentes resultados en la síntesis de nanosistemas teranósticos implementando una nueva metodología de polimerización por termoprecipitación asistida por ultrasonido. Los resultados de los estudios *in vitro* e *in vivo* son prometedores y fueron muy bien reconocidos por el ambiente científico (Asadian-Birjand M, 2016; Biglione C., 2020). Esta tesis recibió el premio a la mejor Tesis Doctoral Argentina en Polímeros entregado en el XIII Simposio Argentino de Polímeros (SAP), en octubre del 2019.

En estos 40 años, 17 tesistas pasaron por el grupo bajo mi dirección y 8 bajo la dirección de otros investigadores del equipo, todos dejaron su impronta y recuerdos. Algunos



Figura: Foto grupo LaMaP.

de ellos quedaron en el ambiente universitario o científico y otros tomaron otros rumbos, pero en la mayoría de los casos, se comunican de una forma u otra con nosotros, porque después de compartir tantas horas de trabajo diario durante 5 o 6 años, se crean lazos personales que difícilmente se olvidan a pesar del paso del tiempo.

En este momento en el LaMaP se encuentran trabajando 21 personas, entre investigadoras/os con diferentes categorías (1 superior, 1 principal, 2 independientes, 3 adjuntos y 2 asistentes), 3 becarias/os de formación postdoctoral, 8 becarias/os doctorales y una estudiante de maestría con cargo docente de DE. Se abordan diferentes temas de investigación todos relacionados con materiales poliméricos: nanomateriales inteligentes, híbridos, dendríticos, tanto de origen natural como sintéticos y semisintéticos; modificación química de películas adaptadas para usos biomédicos o alimentos, materiales producidos por impresión 3D, hidrogeles para dosimetría, actuadores químicos y sensores. La incorporación al grupo de ingenieros químicos y licenciados en química con diferentes especialidades ha permitido el enfoque interdisciplinario de los diferentes temas aportando nuevas ideas y complementando los estudios de síntesis orgánica que identificaron a este grupo desde sus orígenes. Sin lugar a dudas, es un grupo de investigación pujante que seguirá marcando un camino prometedor en el campo de los materiales poliméricos.

Si hago un análisis de la evolución de la química de los polímeros desde nuestro contexto, debo decir que en los primeros años nos costó encontrar un lugar y tener la visibilidad que nos identificara como grupo de investigación. Fuimos durante muchos años el único grupo de químicos

orgánicos haciendo síntesis de polímeros a nivel nacional y en la FCQ, por mucho tiempo fue el único grupo que estudiaba la química de los polímeros. Fueron nuestros amigos, los ingenieros e ingenieros químicos los que nos dieron un lugar y reconocimiento en el ambiente polimérico de Argentina. El Dr. Bertorello, en el año 1993 organizó en Vaquerías, Córdoba, el primer Simposio Argentino de Polímeros. Desde entonces, cada dos años (años impares) se viene realizando este encuentro ininterrumpidamente.

Si hoy analizamos esta situación, queda claro que la investigación en el área de polímeros y especialmente, la de materiales poliméricos ocupa un lugar preponderante, no solo por la versatilidad que los mismos presentan para abarcar un gran campo de aplicación, sino también porque a nivel mundial es cada vez más importante el aporte en el avance del conocimiento en este tipo de materiales, que en muchas áreas es irremplazable. Este año que se cumplen 100 años de la primera publicación de *Staudinger* en polímeros, los principales referentes en el área a nivel mundial, enunciaron "*Un futuro sin polímeros es impensable*". (Abd-El-Aziz, A., et al., 2020).

### ■ TRANSITANDO DE LA INVESTIGACIÓN A LA DOCENCIA, LA GESTIÓN Y LA POLÍTICA CIENTÍFICA

Por último, pero no por ello menos importante, quiero dar una reseña de una serie de actividades complementarias que desarrollé de un modo paralelo a la investigación, entre las que se destacan mis experiencias en docencia, en gestión universitaria y en políticas científicas.

Comencé mis actividades relacionadas con la docencia en el segundo año de mi carrera, a través de

un cargo de ayudante alumno del Departamento de Química Física, obtenido por selección interna.

Movida por el ímpetu de la juventud, tenía una gran motivación para la transmisión de conocimientos, lo que fue detectado rápidamente por muchos alumnos que se sumaron con entusiasmo, de modo que esos años de docencia resultaron una cantera de experiencias positivas.

Fui docente de las asignaturas orgánica I y II por varios años. Cuando obtuve por concurso el cargo de Profesora Adjunta, se sabía de antemano que quien ganara ese cargo se haría responsable de la asignatura Síntesis Orgánica (Química Orgánica VIII), una materia que era obligatoria para los licenciados en química con orientación en química orgánica. Este fue un enorme desafío para mí, porque de estar habituada a la lectura de revistas científicas en el área de polímeros, tuve que acostumbrarme a leer revistas relacionadas con la síntesis orgánica básica y a estudios de mecanismos en esa área. Para ese momento (1988) no imaginaba que todo el sacrificio y conocimiento sería fundamental para luego incursionar en la química de dendrímeros.

Desde hacía varios años, en reuniones sobre temas de docencia, hablaba de la necesidad de que, en el plan de estudios de la licenciatura en química, era fundamental incorporar una asignatura relacionada con la química de polímeros. Tanto pregonar en pos de ese deseo, se cumplió en el año 1999 cuando pasé a ser titular de la nueva asignatura "Macromoléculas naturales y sintéticas" y de la cual fui responsable de la creación de los contenidos teóricos y prácticos. Posteriormente, con el cambio del plan de estudios y la obligación de incorporar temas

sobre conceptos básicos en procesos industriales, se incluyeron en Química Industrial los temas relacionados con la petroquímica y los procesos industriales de polímeros y con sus aplicaciones más importantes.

La pasión puesta en esos años de docencia, tanto de grado como de posgrado, transmitió a muchos alumnos su interés por temas relacionados a polímeros, que luego fueron tesis de grupo y, algunos de ellos, ya son investigadores.

En relación con la gestión, debo reconocer que una de las actitudes que más me caracteriza es la dificultad de quedarme callada cuando creo que no se está haciendo lo que, a mi criterio, considero que se debe hacer. El no permanecer indiferente y no callar también implica actuar en consecuencia y trabajar en vista a un cambio en la toma de decisiones o en la propuesta de la implementación de nuevas políticas en gestión universitaria o de investigación. Eso hizo que desde muy joven ocupara cargos claves en la toma de decisiones, como por ejemplo, representante de los diferentes claustros en el consejo departamental o directivo de la FCQ. Fui directora de departamento con apenas 36 años (1992-1994) siendo aún Profesora Adjunta. Todavía recuerdo que en esa votación no asumí con el apoyo del claustro de profesores, sino con el del claustro de auxiliares y no docentes. El aceptar semejante desafío no me hizo sentir cómoda, pero sí comprometida con quienes confiaban en que podía ser el inicio de un cambio de paradigma en las decisiones futuras del Departamento de Química Orgánica. Fui re-elegida como directora en el año 2000 y en este caso, con el apoyo de la mayoría de los miembros del DQO.

Posteriormente, acompañé a la Dra. Velia Solís, primera mujer decana de la FCQ, como vice-decana (2008-2011). Este significativo acontecimiento de que dos mujeres conformaran el gobierno de la FCQ no fue tomado de la misma forma por la comunidad de la facultad, pero marcó un cambio importante en el rol de la mujer en el ambiente político universitario. Coincidentemente, entre los años 2008 al 2014 hubo en la UNC 12 decanas en diferentes facultades y también, en ese período la Dra. Carolina Scotto fue la primera rectora en una universidad que cumplía por aquel entonces (2008) 400 años. Luego del mandato de la Dra. Solís, fui elegida decana de la FCQ (2011-2014). Esos años fueron de mucho esfuerzo y demandaron un trabajo muy diferente al que estaba acostumbrada a hacer. Largas tertulias y discusiones políticas dentro de la facultad y fuera de ella empezaron a formar parte de esta nueva forma de trabajo. Me tocaron tiempos de elecciones de rector en dos ocasiones. Con la poca experiencia que tenía en el ámbito político, más de una vez quedé exhausta como consecuencia de duras peleas y discusiones que, al final del día, no valían la pena, pues no tenían un objetivo claro. Pero es algo que también tuve que aprender para moverme de un modo eficiente en el espacio político, donde hay que reconocer de antemano qué batallas vale la pena librar y cuáles no, para no desperdiciar la energía y desviarse de los objetivos importantes. Afortunadamente, el inmenso apoyo de la comunidad de la FCQ, de los consejeros y del equipo de gestión que me acompañó, tanto por su confianza como por el trabajo continuo que cumplían responsablemente, pusieron el estímulo necesario a esos años de gestión como decana. La experiencia adquirida en esa época me sirvió para definirme más como una gestora que como una política,

ya que mi capacidad discursiva y de negociación no está dentro de mis habilidades; aunque sigo pensando que los responsables de la toma de decisiones en las instituciones y en los ámbitos científicos no deben ser elegidos por su color partidario sino por su capacidad de trabajo y por su perfil como persona responsable, honesta y comprometida, o sea, por lo que sería para mí como definición de un "líder": aquellas personas que se comprometen por un objetivo y que, por su cualidades y el respeto ganado, atraen a sus seguidores. El partido político que los identifica o las ideas personales en ese sentido deben ser dejados de lado cuando se asume un cargo de esa envergadura, porque solo debe importar aquellas metas que benefician a todos y principalmente a las instituciones. Indudablemente, debo ser una de las pocas personas que piensan de esa forma y por eso las discusiones políticas en ámbitos públicos fueron muchas veces incomprendidas desde mi punto de vista. Posteriormente, en el año 2016, con la asunción del Dr. Juri como Rector de la UNC, me propusieron ocupar el cargo de Titular del Área de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la UNC. Con el compromiso de poder trabajar sin presiones ni intereses partidarios, asumí con mucho entusiasmo ese desafío, el cual considero uno de los más gratificantes en mi carrera de gestión. Una vez formado el equipo de secretarios y subsecretarios que me acompañarían, armado según mis propios criterios de elección, iniciamos un plan de gestión de largas horas de dedicación, pero con el trabajo mancomunado de un gran equipo de excelentes personas e investigadores. En ese período se tomaron decisiones trascendentales para el área, de diálogo abierto y con mucha participación de todos los ámbitos de trabajo de las diferentes facultades de la UNC. Se actualizaron reglamentos y se

escucharon las necesidades de las diferentes secretarías de ciencia y tecnología de las facultades. Todo esto rindió sus frutos a través de la concreción de cambios muy positivos en las políticas de promoción de la ciencia y de la tecnología. Conociendo muy bien el ambiente por dentro, por tantos años de experiencia haciendo ciencia y tecnología, me sentí muy cómoda trabajando en la toma de decisiones consensuadas y con gran apoyo para mejorar las políticas de ciencia y tecnología de la UNC y principalmente, equiparar las oportunidades.

Paralelamente, y más relacionada a mi ámbito de investigación, veníamos trabajando desde hace algunos años con un grupo de ingenieros químicos en la creación de un instituto de doble dependencia con la UNC y el Conicet. Por los años 2005-2007, con la implementación del Proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza en Ingeniería (PROMEI), un grupo de jóvenes ingenieros químicos que habían realizado su doctorado en ingeniería química en el PLAPIQUI y la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca), se insertaron en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de

la UNC. Con algunos de ellos ya conocidos en el área de polímeros, comenzamos a desarrollar trabajos en colaboración y elaborar la loca idea de armar un instituto. En el año 2016, fue aprobada la creación del Instituto de Investigación en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada (IPQA) de doble dependencia de UNC y Conicet. IPQA comenzó a funcionar formalmente en el año 2018, cuando fui nombrada directora por concurso del instituto. Este nombramiento, hizo que tuviera que renunciar como titular de la Secyt-UNC, y continuará mi trabajo de gestión ya en el ámbito más de la investigación y desarrollo tecnológico. Hoy, a solo dos años de aquel comienzo, podemos decir que somos un instituto con parte de sus objetivos de creación ya cumplidos y otros por cumplir, con mucha capacidad y ganas de trabajar y que sin la ayuda de todos sus integrantes, hubiese sido imposible tener ya consolidado el IPQA y marchando firmemente en un camino ya delineado.

### ■ REFLEXIONES FINALES

En este tiempo de meditación y cuestionamientos, uno llega a con-

clusiones significativas sobre lo que hemos vivido y hay algunas de ellas que me gustaría compartir. Hoy más que nunca me queda claro que los directores tenemos grandes responsabilidades cuando asumimos tomar a una persona para realizar su tesis, no solo por lo formal que es guiarlos y proveerles el material necesario para desarrollarla, sino también por la experiencia acumulada en lo concerniente a las relaciones humanas, lo que nos llevan a conocer su personalidad e identificar sus necesidades. Esta experiencia nos prepara para descubrir sus potencialidades y su predisposición para cierto tipo de trabajo, lo que es sin duda fundamental, pues de ello dependerá el marco laboral del desarrollo de su futura tesis. De este modo, favorecer la apertura de un espacio de libertad que posibilite el desarrollo de sus propias habilidades, es el primer paso para despertar su creatividad y la pasión por lo que hace, lo cual asegura su crecimiento personal y, por ende, el de todo el grupo. El acompañamiento en sus momentos de crisis y la contención, sobre todo en los primeros años, son fundamentales para darle seguridad, como así también es importante, ser sinceros con ellos cuando nos damos cuenta



Figura: IPQA.

que posiblemente no es una carrera científica la elección que le permitirá un crecimiento personal o profesional.

Por otro lado, considero que no sólo es importante preocuparse por tener un CV deslumbrante de acuerdo a los cánones académicos clásicos, sino que el verdadero investigador también debe esmerarse por trabajar en la elaboración de políticas científicas. Estar activo y comprometido como parte de un cuerpo social y fomentar el diálogo y discusión entre los integrantes de una comunidad científica, es fundamental para aportar conocimiento y experiencia para un futuro promisorio. Esto es extremadamente delicado y complejo y significa nuevos desafíos, que nos sacan de la zona de confort de nuestros laboratorios, pero es una tarea que no hay que eludir.

Los científicos argentinos estamos muy bien catalogados internacionalmente y ello se debe a una fuerte vocación que va unida a una gran capacidad de trabajo y sacrificio personal. Está claro que nuestros salarios y subsidios no son equiparables a los que perciben nuestros colegas de otros países, ni latinoamericanos y mucho menos europeos. A pesar de ello, para mí la investigación científica resultó altamente gratificante, pues me abrió el camino para identificarme con la propia vocación y desarrollar el trabajo con pasión.

A todo sobre la trayectoria científica y académica descripta quiero sumar el significado que tiene la grandiosa experiencia de vivir, armonizando mi carrera científica con mi desarrollo como madre de tres hijos. Sin lugar a dudas, las actividades relacionadas con el cuidado y crianza de los hijos y el acompañamiento de su vida escolar y fami-

liar, son todo un desafío. Tuve que aprender, como tantas otras mujeres, a combinar ambas. Esto, sin embargo, lejos de haber sido un impedimento, fue el principal desafío que se convirtió en oportunidad. Ambas actividades, realizadas con amor y pasión, abarcan diferentes aspectos de la vida y son altamente gratificantes, pues son la fuente de experiencias enriquecedoras e inolvidables que llenan nuestra alma. Mis tres hijos, hoy ya adultos con sus hogares consolidados y la fortuna de ser abuela de dos nietos que son la alegría de mi vida, Valentino e Isabella, aportaron la contención y el soporte que todo ser humano necesita para sentirse vivo y eso ha sido para mí, la mejor experiencia de vida.

Si me fuera permitido dar un consejo a los jóvenes con dificultades y dudas para tomar decisiones, les diría que se concedan a sí mismos el tiempo suficiente para pensar qué es lo que los hace sentir bien y felices, definiendo nuevamente bajo mi criterio lo que considero como felicidad, "saber que se está sobre el camino correcto". Una vez conocido eso, se puede comenzar a trabajar para concretar algunas de esas metas. No está mal que uno a mitad de camino decida cambiar el rumbo, eso es madurar, pero siempre con la tranquilidad de que eso los hace feliz.

Por último, quiero dejar en claro que no estaría en este momento escribiendo sobre mi trayectoria científica-académica si no reconociera y agradeciera a todos aquellos que de una forma u otra me acompañaron en estos años, ya sea trabajando a mi lado en el cuidado de mis hijos y de mi hogar, en investigación, en gestión y, muy especialmente, a quienes me ayudaron a desarrollarme como persona, que me dieron contención y apoyo en los momentos más duros, "cuando la soledad paraliza",

para no dejarme caer, y sobre todo, a los que se alegraron por mis logros: a mis padres, principalmente a mi madre, a mis hijas/o, mis nieto/a, amigas/os, colegas y estudiantes.

Quiero despedirme con una frase que tengo siempre presente y me identifica: "Gracias a la vida que me ha dado tanto, me ha dado la risa y me ha dado el llanto" (Violeta Parra)

## ■ BIBLIOGRAFÍA

- 1- Strumia M., Halabi A., Pucci P., Newkome G., Moorefield C., Epperson J. (2000) "Surface Modifications of Activated Polymeric Matrices by Dendritic Attachments". *Journal Polymer Science.A: Polym Chem* 38: 2779-2786.
- 2- Halabi A., Strumia M. (2000) "Synthesis and Characterization of a Novel Dendritic Acrylic Monomer". *Journal Organic Chemistry* 29, 9210.
- 3- Paez J., Martinelli M., Brunetti V., Strumia M. (2012) "Dendronización: A useful synthetic strategy to prepare multifunctional materials". *Polymers*, 4 (1), 355-395.
- 4- Brunetti V., Bouchet L., Strumia M. (2015) "Nanoparticle-cored dendrimers: functional hybrid nanocomposites as a new platform for drug delivery systems". *Nanoscale*, 7, 3808-3816.
- 5- Paéz J., Brunetti V., Coronado E., Strumia M. (2013) "Dendritic chemistry applied to the construction of tailored functional nanomaterials: synthesis and characterization of gold Nanoparticle-Cored Dendrimers (NCDs)". *Current Organic Chemistry*, 17, 943-55.

- 6- Asadian-Birjand M., Biglione C., Bergueiro J., Cappelletti A., Rahane C., Chate G, Khandare J., Klemke B., Strumia M., Calderon M. (2016) "Transferrin Decorated Thermoresponsive Nanogels as Magnetic Trap Devices for Circulating Tumor Cells". *Macromolecular Rapid Communications*, 37 (5), 439-445.
- 7- Biglione C., Bergueiro J., Wedepohl S., Klemke B., Strumia M., Calderón M. (2020) "Revealing the NIR Triggered Chemotherapy Therapeutic Window of Magnetic and Thermoresponsive Nanogels" *Nanoscale*, 12, 21635-21646.
- 8- Abd-El-Aziz, A., et al. (2020) "The Next 100 Years of Polymer Science" *Macromol Chem. Phys.*, 2000216-2000238.

# INSTRUCCIONES PARA LA PREPARACIÓN DE MANUSCRITOS

---

**Ciencia e Investigación Reseñas** es una revista digital de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC) que publica reseñas escritas en primera persona por investigadores e investigadoras que desarrollaron su labor en la Argentina o, que habiendo nacido en el país emigraron para después establecer fuertes lazos con grupos locales; las reseñas describen su trayectoria y sus logros científicos. Los **objetivos** de la revista son: crear un registro de testimonios de las personas que han moldeado la ciencia contemporánea en la Argentina, y reflexionar sobre las circunstancias que definieron sus trayectorias. Este registro testimonial no es, por tanto, una mera descripción del currículo científico, sino la mirada crítica sobre las circunstancias que lo han determinado en su tarea.

Los manuscritos describirán aquellos aspectos de la producción científica que quienes los escriben consideren más relevantes, incluyendo reflexiones sobre las razones que impulsaron a elegir su área de investigación o a seguir una determinada línea de razonamiento, así como consideraciones sobre el marco institucional y la época en que se desarrollaron las tareas. Los textos se complementarán con una semblanza que sirva como presentación, escrita idealmente por alguien que colaboró con el autor o la autora, o que se formó bajo su supervisión.

El lenguaje debe ser preciso pero accesible dado que la revista apunta tanto a una audiencia que incluye colegas, estudiantes o público interesado que no necesariamente esté familiarizado con los temas tratados. En este sentido, se sugiere buscar un texto fluido de lectura directa, reduciendo el uso de términos técnicos a aquellos que sean imprescindibles. La descripción de hallazgos científicos relevantes, que normalmente requiere del uso de vocablos técnicos, puede realizarse en cuadros independientes que acompañen pero no interrumpan al texto principal.

Las reseñas se publicarán por invitación, tras el análisis por parte del Cuerpo Editorial constituido por personas representativas de las distintas disciplinas. La AAPC recibe con agrado sugerencias sobre personas a invitar, con una adecuada justificación de sus méritos.

Con miras a la creación de este archivo de la ciencia contemporánea en la Argentina, se publicarán también reseñas de personalidades de la gestión de la educación y la investigación, así como referentes del desarrollo tecnológico. Dado que se busca reseñar trayectorias prolongadas, se ha establecido la edad de **65 años** como mínimo para cursar las invitaciones.

Las instrucciones para autores y autoras se dan a continuación.

## Presentación del manuscrito

El manuscrito se presentará vía correo electrónico, como documento adjunto, escrito con procesador de texto *Word* (extensión *.doc* o *.docx*) o en sus variantes de acceso libre, en castellano, en hoja tamaño A4, a doble espacio, con márgenes de 2,5 cm. en cada lado y con letra *Times New Roman* tamaño 12. No se dejará espaciado posterior adicional después de cada párrafo así como tampoco se dejará sangría al comienzo de los párrafos. Las páginas deben numerarse (arriba a la derecha) en forma corrida.

La **primera página** deberá contener: título del trabajo (no mayor de 70 caracteres), nombre del autor o de la autora, institución a la que pertenece o última que perteneció y correo electrónico. Es conveniente incluir en esta primera página, al menos, tres palabras clave en castellano y su correspondiente traducción en inglés para facilitar su obtención a través de los buscadores de internet.



La **segunda página** quedará en blanco. Allí el Cuerpo Editorial incluirá una **bajada** o copete que resuma, en cuatro o cinco líneas, alguna idea fuerza referida al artículo.

A partir de la **tercera página** se desarrollará la reseña, cuya extensión total rondará entre las 6.000 y 8.000 palabras, ya que longitudes mayores dificultan su lectura. Idealmente debe concluir con algunas reflexiones finales que contengan la mirada personal sobre la situación actual, el futuro de la disciplina y las lecciones a transmitir a las generaciones más jóvenes.

De querer agregarse algunas citas de trabajos especialmente importantes publicados a lo largo de su trayectoria, las mismas se colocarán 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). En esta sección se debe incluir sólo la bibliografía más relevante, y no el listado completo de publicaciones del autor o de la autora. Típicamente, un listado menor a las diez referencias es adecuado.

### 1. Semblanza

Cada reseña irá precedida por una semblanza, es decir, una presentación breve (de una página) escrita por alguien que colaboró con el autor o la autora, o que se formó bajo su supervisión, a su sugerencia. La semblanza sirve como presentación del autor o de la autora de la reseña. La invitación a escribir la semblanza podrá ser emitida por el Cuerpo Editorial o, con conocimiento del mismo, por el autor o la autora de la reseña. Si bien esta sección contiene habitualmente información sobre la trayectoria del investigador o de la investigadora, debe evitarse la rígida formalidad de un currículum.

### 2. Título, subtítulos e inicio

El título, además de conciso, debe ser atractivo con el fin captar el interés de los lectores. Así pues, un título adecuado sería: *“Cómo hacer realidad los sueños”* y otro menos apropiado, sería: *“Descripción de una trayectoria en las Ciencias Físicoquímicas a lo largo de 50 años”*. Se utilizará solo mayúscula inicial.

Los subtítulos, sin numerar, estarán escritos en letra normal (mayúscula inicial y luego minúscula) y se espera que sean informativos y motivadores al mismo tiempo. Se sugiere evitar el uso de títulos como “Presentación”, pues evoca a la sección “Introducción” de un artículo científico. Del mismo modo, se recomienda evitar subtítulos que indiquen denominaciones institucionales y, en cambio, se propone utilizar expresiones que den cuenta o expresen algún aspecto personal del paso por esa institución.

En lo que refiere al primer párrafo del manuscrito, se sugiere evitar su inicio a través de definiciones o explicaciones y, en cambio, se propone introducir el manuscrito mediante la narración de experiencias o anécdotas significativas. Un ejemplo de este recurso puede leerse a través de un artículo de Kary Mullis, creador de la técnica PCR, publicado en la revista *Scientific American*

*A veces, las buenas ideas surgen por casualidad. En mi caso ocurrió así: gracias a una rara combinación de coincidencias, ingenuidad y felices errores, me vino la inspiración un viernes de abril de 1983 mientras, al volante del coche, serpenteaba a la luz de la luna por una carretera de montaña del norte de California que atraviesa un bosque de secuoyas. Me di de bruces con un proceso que permite fabricar un número ilimitado de copias de cualquier gen: la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).*

### 3. Contenidos

Las reseñas de *Ciencia e Investigación* son textos fuertemente personales y reflexivos por lo que no se espera una uniformidad rígida de estructura o contenidos, ni tampoco la descripción de un currículum. Sin embargo, esperamos

que los textos refieran información fehaciente sobre la labor y la vida científica del autor o de la autora. Las siguientes preguntas (adecuadas para un perfil asociado a la investigación científica, pero no para perfiles tecnológicos o de gestión de la ciencia y la educación) pueden guiar el desarrollo del manuscrito:

1. ¿Por qué se dedicó a la investigación? Se propone incorporar alguna anécdota
2. ¿Cuáles fueron sus primeras investigaciones y aportes? ¿En qué grupo los desarrolló? ¿Qué papel jugó su Director o Directora de Tesis? ¿Quién financió sus estudios doctorales?
3. ¿Realizó estudios posdoctorales? ¿Dónde, y sobre qué tema? ¿Quién financió sus estudios posdoctorales? Mencione alguna publicación vinculada a sus estudios posdoctorales, y los principales resultados. En caso de haber efectuado estudios en el extranjero, comente cómo fue la experiencia de ese viaje.
4. De nuevo en la Argentina: ¿Volvió al mismo lugar de trabajo? ¿Cómo financió su nueva etapa? ¿Qué cargo o beca tenía?
5. ¿En qué momento adquirió el perfil de trabajo independiente? ¿Qué tema encaró, y qué resultados tuvo? ¿Cuál fue su primera publicación como en la que jugó el papel principal? ¿Quién subsidió esos estudios?
6. ¿Cuáles fueron los principales obstáculos que encontró a lo largo de su carrera y cuáles sus principales aportes? En su trayectoria ¿encaró diversas líneas de investigación? ¿Qué razones motivaron esos cambios? ¿Cuál fue la evolución de su línea de investigación? ¿Qué nuevos hallazgos científicos destaca a lo largo de su trayectoria? ¿Cuáles cree que fueron sus publicaciones más importantes (cite unas pocas)?
7. ¿Quién fue su primer discípulo o discípula? ¿Qué tema encararon?
8. A lo largo de su trayectoria, ¿cambió de lugar de trabajo? ¿Qué razones motivaron esos cambios? ¿Cómo impactaron los drásticos acontecimientos políticos del país?
9. A lo largo de su trayectoria, ¿qué cooperaciones científicas estableció con grupos del exterior y del país? ¿Qué importancia tuvo la docencia universitaria? ¿Qué peso tuvieron los temas de gestión de las instituciones? ¿Qué papel jugó el desarrollo tecnológico, y la vinculación con el sector productivo? ¿Cómo evalúa la disponibilidad de equipamiento e infraestructura?
10. ¿Hay aspectos familiares que desee destacar como importantes para usted y, con ello, para su evolución científica?
11. ¿Qué cambios vivió en su disciplina desde los comienzos hasta el presente? ¿Cómo ve el futuro de la disciplina? ¿Cuáles cree que son los futuros temas importantes y los aspectos que quedaron todavía por aclarar en el área de sus investigaciones?

Se puede consultar, como posibles ejemplos, las Reseñas publicadas que se encuentran en [www.argentinapcias.org](http://www.argentinapcias.org).

#### 4. Fotografías y figuras

Es muy recomendable ilustrar los hechos salientes de la trayectoria con documentación gráfica, especialmente en forma de fotografías. Asimismo, se solicita proveer una fotografía personal actual y de alta resolución. Del mismo modo, se propone el envío complementario de otras fotografías de cualquier época que resulten, a su modo de ver, representativas de su personalidad.

Menos frecuentemente, puede ser necesario incluir ilustraciones referidas al trabajo científico. En caso de incorporarlas, se deben proveer las figuras en documentos independientes e indicar en el texto el lugar de inserción, con la leyenda en letra negrita, con color rojo y con un tamaño de letra 14: **INSERTAR FIGURA XX AQUÍ**. Si la figura no es original deberá citarse su procedencia en la leyenda correspondiente. Es responsabilidad del autor o autora asegurarse de contar con los permisos necesarios para su reproducción. Es importante que las ilustraciones sean de buena calidad.

Para facilitar la identificación de las figuras en el proceso editorial, el autor deberá numerarlas secuencialmente. Sin embargo, en el texto final se prescindirá de los números y cada figura tendrá simplemente la leyenda provista por el autor o la autora.

## 5. Cuadros de texto

Se pueden incluir cuadros de texto con información que se desea separar del texto principal.

Los contenidos usuales de los cuadros de textos son la descripción de algún aspecto técnico específico o de alguna anécdota personal que se separa para no interrumpir la ilación del texto principal. Los cuadros de texto se escribirán en Times New Roman 12 con espaciado simple, y contendrán un borde sencillo en todo su perímetro; alternativamente pueden armarse usando la facilidad *cuadro de texto* de *Word*. Se puede agregar un título a cada cuadro de texto, en negrita, Times New Roman 12, alineado a la izquierda. Se deben proveer los cuadros de texto en documentos independientes, e indicar en el texto el lugar de inserción, con la leyenda en rojo y en negrita y tamaño de letra 14: **INSERTAR CUADRO DE TEXTO XX AQUÍ**.

Por la naturaleza de las reseñas, dirigidas a un público más amplio que el especializado, se evitará la utilización de tablas, viñetas o enumeraciones.

## 6. Bibliografía

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 o de la primera autora, seguido por las iniciales de los nombres, año de publicación entre paréntesis, título completo del artículo, título completo de la revista o libro donde fue publicado, volumen y páginas.

*Ejemplo:* Benin L.W., Hurst J.A., Eigenel P. (2008) "The non Lineal Hypercycle", *Nature* **277**, 108-115.

Recordamos que no se debe listar el total de las publicaciones del autor, sino incluir un muy breve listado de textos propios o ajenos de interés para profundizar aspectos mencionados en el texto.

La reseña debe enviarse como documento *Word* adjunto por correo electrónico a la Secretaría de la revista, [resenas@aargentinapciencias.org](mailto:resenas@aargentinapciencias.org) con copia al Editor o a la Editora responsable, 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 formales complementarias

1. El título del trabajo, en la primera página, irá en letra negrita, con mayúscula inicial, tamaño 14; seguido y a doble espacio irá el nombre del autor o de la autora en letra negrita, tamaño 12; seguido y a doble espacio irá la institución o instituciones a las cuales quiere asociar su nombre, en letra negrita, tamaño 12; seguido y a doble espacio irá la dirección de correo electrónico, tamaño 12. Toda esta información irá centrada. A continuación se

dejarán tres renglones y se colocarán en renglones seguidos, con espaciado sencillo y 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; BRSTquantization

2. En caso que el manuscrito presente secciones y subsecciones, los subtítulos correspondientes irán sin numeración. Cada subtítulo irá en negrita, con mayúscula inicial, tamaño 12. No se recomienda dividir las secciones en subsecciones, pero si ello fuera necesario, los títulos de las subsecciones irán en *bastardilla* con mayúscula inicial, tamaño 12.

3. El manuscrito se redactará con a doble espacio.

4. En el cuerpo del texto, las referencias a la bibliografía se indicarán entre paréntesis, con el apellido del autor o de la autora y el año de publicación. Si hay más de un autor o autora, con el primer apellido seguido por "y col." y el año de publicación.

5. Las palabras en idioma extranjero (incluyendo el nombre de instituciones en su idioma original extranjero) se escribirán en *bastardilla*.

6. Las citas textuales se escribirán entrecomilladas y se indicará con precisión la fuente de la misma.

7. Las figuras deberán contar con una leyenda. La leyenda se escribirá en *Times New Roman*, tamaño 10, siguiendo el formato del ejemplo siguiente:

**Leyenda de la 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.*

Para el procesamiento del manuscrito, el autor o la autora identificará las figuras con números correlativos. Esos números no se incluirán en la versión final.

8. El listado de referencias en la bibliografía se escribirá con espaciado sencillo y espaciado posterior de 6 puntos.

9. Las notas al final se escribirán en espaciado sencillo, tamaño 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.

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