

# PROYECTOS NUCLEARES E INSTITUCIONES

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

## ■ Mario A.J. Mariscotti

Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y THASA

mariscotti@thasa.com

### ■ 1. RESUMEN

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

*A mis nietos*

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

### ■ 2. PRIMEROS AÑOS

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

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

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

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

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

### ■ 3. DE INGENIERIA A FISICA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

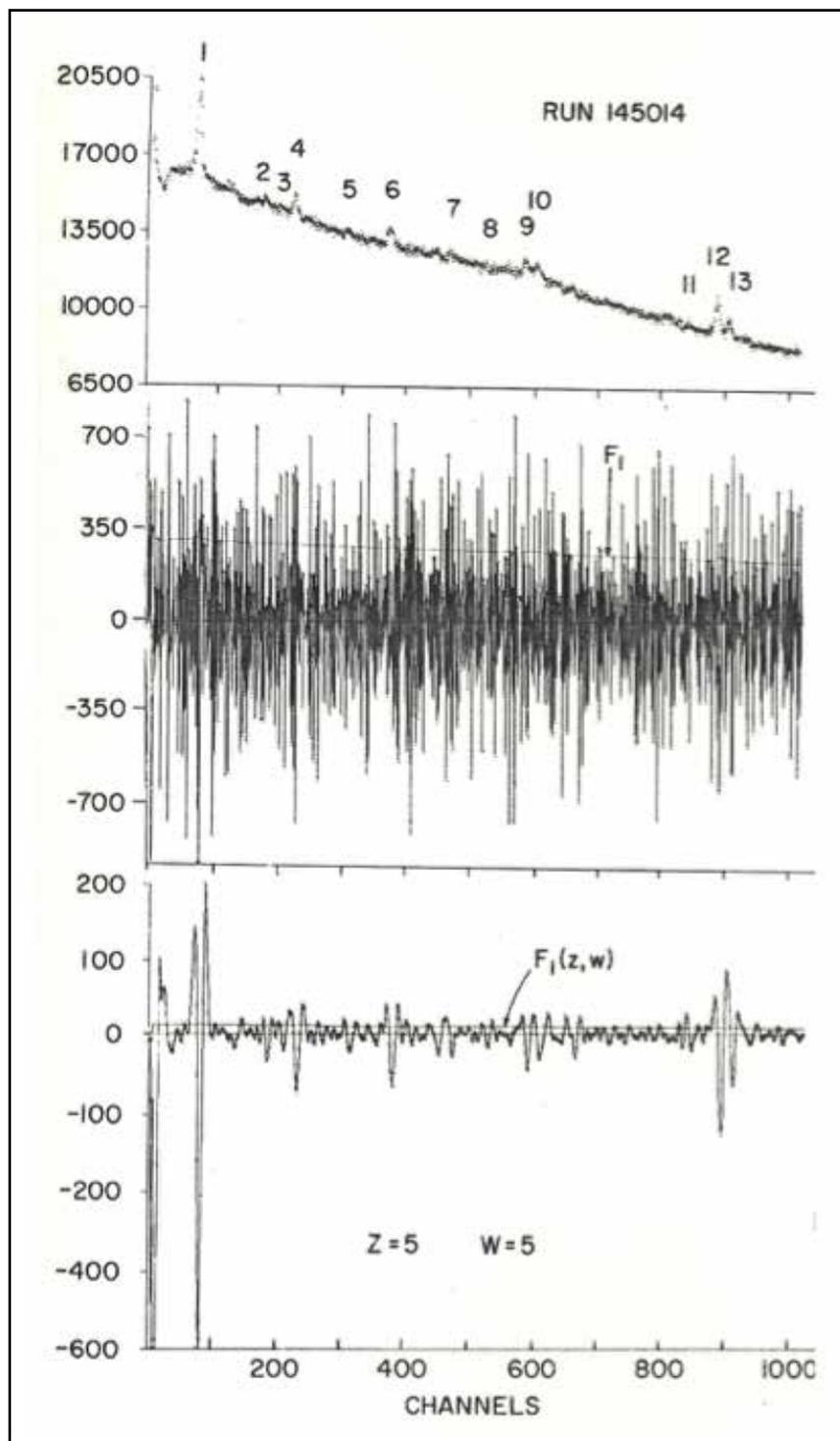
## ■ 5. BROOKHAVEN

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

## ■ 6. EL MODELO VMI

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



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

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

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

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

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

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

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

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

## ■ 7. EL RETORNO

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

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

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

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

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

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

## ■ 8. TIEMPOS DIFICILES

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

comprensiva de ese episodio. Los profesores que habían permanecido en el Departamento luego de las renunciadas de 1966 no habían sido seleccionados en los concursos de 1970. Estos fueron ganados por lo que habíamos estado "en el exilio" y cosechado antecedentes en el exterior. Zardini deseaba equilibrar un poco la balanza, pero lo cierto es que los concursos dirigidos no hacían honor a nadie. La interrupción de mi diálogo con Zardini fue el inicio de un penoso conflicto entre el decanato y el grupo de profesores recientemente incorporados.

El año 1972 fue complicado, escenario del enfrentamiento Lanusse-Perón. Al año siguiente todo se dio vuelta. Cámpora ganó las elecciones, Puiggrós asumió el rectorado de la UBA, Virasoro el decanato de Exactas y yo el Departamento de Física. Duré poco. No congeniaba con el espíritu reinante en el decanato poblado de militantes de la JP. Una situación delicada que recuerdo fue cuando de buenas maneras logré que un profesor muy cuestionado dejara la cátedra. Para reemplazarlo busqué a uno de los mejores ingenieros electrónicos que había en el país y me negué con todas mis fuerzas a proponer la designación de una persona con mucho menos experiencia, impulsada por la JP. Esa batalla afortunadamente fue ganada. Otro hecho desgraciado que no se resolvió satisfactoriamente y que por lo tanto condujo a mi renuncia fue que no se aceptara la designación de un ex profesor de Exactas que volvía de los EEUU con muy buenos antecedentes porque esa procedencia no se condecía con los criterios políticos del momento. En 1974 el péndulo retornó a su estado anterior con el gobierno de Isabel Perón - López Rega. Alberto Ottalagano fue designado rector y Zardini volvió al decanato. La Universidad declaró a todos los profesores en comisión y

posteriormente dispuso que los profesores que no fueran confirmados quedaban automáticamente echados sin necesidad de más trámite. El listado de confirmados que salió en los diarios no incluía mi nombre de modo que fui al rectorado a pedir una copia de la resolución. Me la negaron. Siendo profesor con dedicación exclusiva literalmente me quedé en la calle con 4 hijos (en 1971 había nacido María Eugenia).

En esos convulsionados tiempos recibí una invitación para volver por 2 meses al *Kernforschungsanlage* (KFA) en Jülich, Alemania donde había estado en enero y febrero de 1974 invitado por Otto Schult, y otra invitación de la Universidad de Manchester por 3 meses para trabajar con Bill Gelletly. Estas invitaciones eran ajenas a la turbulencia política en la Argentina pero fueron oportunas porque me brindaron una temporaria solución económica. De no haber sido por la situación crítica que estábamos pasando no hubiera aceptado ambas invitaciones a la vez, pero lo hice y estuve en Europa por 5 meses. Por fortuna los alemanes pagaron un extra que permitió que Amalia viniera en el último mes. En Jülich (1974 y 1975) trabajé en el grupo de Schult colaborando con Rainer Lieder, Hans Beuscher, Walter Davidson y el técnico Herbert Jäger. El primer año en Jülich compartimos departamento en el *Gästehaus* con Franio Krmpotic de la Universidad de La Plata y el segundo año con Cayetano Pomar que me acompañó con el propósito de completar su tesis. Aprovechando la alta energía del ciclotrón en el KFA estudiamos isótopos de Sm y Gd muy deficientes de neutrones. En Manchester (en el laboratorio donde Rutherford descubrió el núcleo en 1909) junto con Gelletly usamos el van de Graff y el Linac, para medir momentos magnéticos nucleares.

En diciembre de 1974, el Departamento de Física Nuclear de la CNEA a cargo de Ernesto Maqueda me ofreció un puesto de investigador que asumí al volver de Manchester en junio de 1975. Al poco tiempo Maqueda dejó el cargo y siguiendo la tradición del Departamento se hicieron elecciones internas entre sus miembros para elegir su sucesor. Terminó en un empate entre Julio Rossi y yo que Rómulo Cabrini, entonces Gerente de Investigación, resolvió mediante un sorteo que resultó a mi favor.

## ■ 9. EL TANDAR

Tanto Brookhaven en EEUU como el KFA en Alemania me inocularon el deseo de tener un laboratorio similar en Argentina. A pesar de los tiempos difíciles tanto políticos como económicos y sociales pensaba, siguiendo a Sábato que no se puede esperar los "tiempos mejores" para hacer proyectos. Hay que soñarlos, darles forma y luego pelear por ellos.

A poco de hacerme cargo del Departamento nos reunimos los físicos nucleares a discutir una propuesta de "reequipamiento" que permitiera mantener la actividad de investigación en física nuclear experimental con cierto nivel de competitividad internacional. "Reequipamiento" significaba adquirir un nuevo acelerador de partículas y construir un nuevo laboratorio que lo albergara, o sea una inversión órdenes de magnitud superior al presupuesto ordinario del Departamento. Esta reunión se hizo en la pequeña "biblioteca" del Departamento sobre el pasillo del lado de la calle Ramallo de la sede central el 3 de octubre de 1975.<sup>1</sup>

Un par de propuestas para convertir el *Sincro* en una máquina con haces de energía variable habían

sido elevadas a las autoridades pocos años antes pero no habían prosperado. El *Sincro* funcionaba desde 1954. Entonces era un instrumento de vanguardia pues producía haces de deuterones y partículas alfas con energías mayores a la de los ciclotrones de esa época, pero a fines de los 60's, como fue mencionado, se había vuelto obsoleta por ser una máquina de energía fija. .

Mirado retrospectivamente y teniendo en cuenta la situación especialmente complicada del país en aquel segundo semestre de 1975, discutir un proyecto de esa magnitud parece fuera de lugar. Un registro informal de lo que se dijo en esa reunión revela muchas dudas y reservas expresadas por los participantes, no obstante lo cual finalmente se decidió elaborar un estudio de factibilidad como una cuestión de apostar a la supervivencia de la física nuclear experimental en la Argentina..

Bajo el título "Estudio para la Instalación de un Acelerador Electrostático" el documento se terminó en abril de 1976, fue presentado a la Gerencia de Investigación (a cargo de Rómulo Cabrini) en nota del 2 de junio pidiendo su remisión posterior al Director de I&D (Hugo Erramuspe) y al Presidente de CNEA (Castro Madero) con un fuerte alegato sobre su importancia y justificación.

Se sucedieron algunas semanas de intensas gestiones de "lobby" y relaciones públicas orientadas a convencer a las otras áreas de CNEA que la iniciativa tenía proyección nacional y que sería beneficiosa para la institución en su conjunto. Debe tenerse en cuenta que entonces la CNEA tenía la responsabilidad de las Centrales Nucleares (hoy a cargo de NA-SA) y que por lo tanto la actividad de los físicos era vista como algo menor que no merecía la atención que requerían las Centrales, las

fábricas de elementos combustibles, y los otros grandes proyectos como agua pesada, reprocesamiento, etc. Pero, por otro lado, ayudaban el sólido prestigio del grupo de física teórica y la renovada actividad en el laboratorio del Sincrociclotrón a la que hicimos referencia más arriba.

El proyecto, para sorpresa de la mayoría, fue aprobado un par de meses después. Esto, naturalmente, desencadenó una intensa actividad en el Departamento (que para entonces incluía también a los físicos de "estado sólido"). A pesar de que no éramos especialistas en gerenciar proyectos de envergadura nos organizamos bien. Emma Pérez Ferreira asumió la dirección del proyecto secundada por Edgardo Ventura, Norberto Fazzini, Ernesto Maqueda, Ricardo Requejo, Alberto Ceballos, Alberto Filevich y muchos otros. Cuando Emma viajaba yo la reemplazaba y viceversa, ella se ocupaba del Departamento. Peter Thieberger (entonces jefe del Tandem de Brookhaven) se había convertido en uno de los máximos especialistas mundiales en materia de aceleradores electrostáticos y nos ayudó mucho con las decisiones técnicas más comprometidas. Una enorme cantidad de detalles técnicos fueron revisados y definidos. Todos trabajábamos con enorme entusiasmo y cierto orgullo de que el proyecto avanzara sorteando obstáculos de todo tipo incluyendo la gestión de una excepción en el Banco Central, en 1977, para comprar la máquina al contado, o buscar desesperadamente un lugar para la instalación del nuevo acelerador que no fuera vetada por la Fuerza Aérea por estar cerca de un aeropuerto (el edificio del acelerador llegaba a 70 m de altura). A principios de 1979 ¡todavía no teníamos un lugar donde construir el laboratorio e instalar el acelerador! Castro Madero gestionó y obtuvo la aprobación presidencial para que el

INTI cediera 4 hectáreas contiguas al Centro Atómico Constituyentes. Esto fue una gran noticia. Sólo había que implementarla. Hacía falta una agrimensura que definiera los límites de esas 4 Ha. En febrero de 1979 fuimos con Narem Bali al INTI provistos de una gran cinta métrica después del horario de trabajo habitual y, con la excusa de ir a inspeccionar unos calentadores solares que CNEA tenía allí, tomamos las medidas necesarias para elaborar esa misma noche un plano de la superficie libre que el INTI cedería para instalar el acelerador. Ese plano pasó a ser anexo del decreto de cesión.

En diciembre de 1979 se realizó una ceremonia en ese terreno para dar por inauguradas las obras del TANDAR. Poco antes, Jorge Martínez Favini, el apreciado gerente de Asuntos Jurídicos, que tenía gran sensibilidad cultural, sugirió que en la ocasión se descubriera una obra de arte de un artista argentino y me recomendó a Enio Iommi. Teníamos muy poco tiempo. El sábado siguiente visité a este célebre escultor en su taller de Palomar, le expliqué lo que queríamos y le dije que la pieza a adquirir tenía que cumplir con dos condiciones, que tuviera un cierto tamaño y robustez apropiados para estar a la intemperie y que ya estuviera hecha pues no había tiempo para hacer una nueva. Me mostró la que hoy está en el TANDAR (lamentablemente en un rincón inapropiado), le pregunté cuanto costaba y a los pocos días estaba en la CNEA. Iommi quedó muy agradecido y gracias a él, que me invitó a varias exposiciones, conocí un poco el mundo artístico argentino.

La ceremonia coincidió felizmente con el 25 aniversario de la primera irradiación hecha con el *Sincro* en diciembre de 1954 lo que fue celebrado con un seminario y exhibiciones de trabajos y fotos y

dio lugar a la publicación "25 años" (Mariscotti, 1979).

Los años 1980 y 1981 fueron intensos en hechos inéditos y auspiciosos. El sábado 30 de agosto de 1980 se colocó el cabezal del tanque, el mayor tanque de presión construido en la Argentina, de 36 m de altura, 7,6 m de diámetro y 4 cm de espesor que fue hecho por IMPSA. En octubre se concluyeron las pruebas de presión (10 atm) y de aceptación de este tanque. También en octubre se comenzaron las dos torres (la principal que contiene al acelerador y la de servicios que tiene los ascensores y escalera). El hormigonado de cada una de estas torres se completó en menos de un mes utilizando encofrado deslizante que se elevaba 15 cm/hora, día y noche sin detenerse. En 1981 se montó la columna aceleradora y se realizaron las primeras pruebas. Finalmente en noviembre de 1984 se obtuvo el primer haz.

El proyecto TANDAR fue una linda y fructífera experiencia llevada a cabo por un grupo de personas entusiastas y muy motivadas que actuaron en un excelente clima de armonía total y coherencia. El proyecto resultó exitoso y así fue reconocido por los especialistas en grandes obras y proyectos de otras áreas de la CNEA que no confiaban mucho en la capacidad del Departamento de Física de gerenciar una iniciativa de esta magnitud. El arranque fue un acto de fe que puede ser juzgado aventurado por las condiciones del país en su momento, pero rindió frutos. Una vez que el proyecto comenzó a avanzar el escepticismo inicial de otros sectores científicos se convirtió en críticas (por considerar que debieron priorizarse otras áreas). Pero esto no quita mérito al hecho de tener anhelos y la voluntad y persistencia de hacerlos realidad. Por supuesto el hecho de pertenecer a una institución que conta-

ba con un presupuesto dos órdenes de magnitud superior a lo requerido por el proyecto, fue decisivo. Fue un privilegio para mí tener la oportunidad de ayudar a que este proyecto se convierta en realidad.

## ■ 10. RESPONSABILIDADES INSTITUCIONALES

La primera experiencia administrativa en el ámbito científico fue la malograda dirección del Departamento de Física de la UBA en 1973 que ya he mencionado. La segunda fue la jefatura del Departamento de Física Nuclear de la CNEA (que a partir de 1976 se convirtió en el Departamento de Física acogiendo a todos los "solidistas") desde 1975 a 1982, que también he mencionado con especial relación al Proyecto TANDAR que marcó ese período de mi vida. Pero algunas otras cosas me gusta recordar de ese período. Una es la actividad que se continuó en el laboratorio del *Sincro* en paralelo con el TANDAR y el lindo grupo que se formó entonces con la incorporación de quienes mencioné más arriba. Éramos los "nuevos" y a la hora de elegir jefe en 1975 (que como mencioné terminó en un empate que se resolvió con un sorteo) sospecho que los "viejos" me miraban con recelo. Pero creo que esto fue pronto superado. La incorporación de los solidistas en el Departamento suscitó fricciones vinculadas con la categorización de éstos en relación a los "nucleares". Nos aventuramos en hacer una evaluación de todos nosotros. Emma Perez Ferreira, Daniel Bes y Walter Scheuer (los decanos del Departamento) aceptaron el desafío de establecer criterios para medir méritos y asignar puntajes. Creo que no nos fue mal. También se comenzaron a editar Informes de Avance anuales en castellano y en inglés como una cuestión de responsabilidad de dar cuenta del uso de los recursos del Departamento. Re-

cuperamos un sótano bajo la biblioteca que convertimos en aula de seminarios y organizamos seminarios "abiertos" invitando a profesionales de otras áreas de la CNEA (creo que ayudó mucho a la relaciones públicas intra-institucionales que nos benefició cuando llegó el momento de conseguir apoyos para el TANDAR) y también de afuera.

Hasta aquí los buenos recuerdos, pero el período al que me estoy refiriendo está empañado por la tristeza que produce la tragedia de los compañeros desaparecidos. Jorge Gorfinkiel estaba haciendo su tesis conmigo. Roberto Ardito era uno de los ingenieros del grupo de electrónica que atendía el *Sincro*. Antonio Missetich no era de nuestro grupo pero tenía amistad de años con él, estuvimos juntos en EEUU y vino a casa en 1968.

El 24 de marzo de 1976 nos recibieron soldados en la entrada de la sede central de CNEA. Preguntaban el nombre y a algunos dejaban pasar, a otros los enviaban al salón de actos. Pérez Ferreira y otros fueron a parar al salón de actos. No sabíamos si ir al salón de actos era bueno o malo pero lo supimos pronto. A Hugo Sofía erróneamente lo dejaron pasar. Al rato vinieron dos soldados al Departamento a buscarlo. Intenté detenerlos. Se lo llevaron al salón de actos encañonado. Entonces fui a la oficina del Gerente de Investigación (mi jefe) a informar sobre lo sucedido. Por supuesto Cabrini no estaba pero estaba un marino, egresado del Balseiro al que afortunadamente conocía. Le expliqué lo que pasaba, allí me enteré que Castro Madero estaba ocupando la presidencia. Me dijo que lo iría a ver inmediatamente. Gracias a esa intervención todos los que estaban en el salón de actos fueron liberados. Después se supo que las detenciones habían sido ordenadas por el Capitán Chamorro,

jefe del ESMA sin conocimiento de Castro Madero que enseguida intervino. Muchos colegas mantienen una opinión crítica de Castro Madero por haber sido parte del gobierno de esos años, opinión que yo no comparto pues me consta el esfuerzo que él hizo para aliviar la terrible situación que todos sufrimos en ese período.

Poco tiempo después Moni Behar, Norah Cohan y Enrique Frank, tres científicos que trabajaban en el departamento de Física como miembros de la Carrera del Investigador del CONICET fueron abruptamente dejados cesantes sin que se diera razón alguna. Esto suponía la interrupción de proyectos que éstos llevaban a cabo, además de la evidente injusticia de un procedimiento totalmente arbitrario. Para permitir la continuidad de estos investigadores en el departamento decidí recurrir a fundaciones privadas en busca de fondos para pagar los sueldos de ellos por un año. Como las notas estarían suscriptas por mí como jefe de un departamento de CNEA, pedí autorización a Castro Madero quien me la concedió sin titubear. Escribí a varias fundaciones exponiendo el caso y obtuve respuestas favorables de Alpargatas, Esso, Odol y Sauberán. Lo único que me pidieron fue que modificara el texto de la solicitud diciendo que éstos serían destinados a continuar proyectos de investigación y suprimiera la referencia al hecho de que solventarían sueldos de investigadores dejados cesantes por el CONICET. Fue una ayuda inestimable que evitó la interrupción de valiosos trabajos.

En esos años, desde 1976 hasta 1984, en paralelo con los trabajos de investigación en el *Sincro*, la jefatura del Departamento y la atención del proyecto TANDAR, ocupé noches y fines de semana en la investigación del caso Huemul y en

la redacción del libro "El Secreto Atómico..." (Mariscotti, 1984). La investigación histórica, realizada en la Argentina, Europa y EEUU, fue más bien divertida, pero escribir no lo fue. Recuerdo que me sentaba con mi pequeña Olivetti, página en blanco, después de cenar, con un montón de documentos a mi lado, y enfrentaba el desafío de arrancar con el primer párrafo de la noche. A eso de las 2 de la mañana ya estaba embalado y los párrafos salían uno detrás del otro pero entonces tenía que suspender para dormir un poco. También en 1984 hicimos un programa de televisión sobre la historia de Huemul que alcanzó insospechado *rating*.

La siguiente responsabilidad institucional la inicié en 1984. En enero, el Ing. Alberto Costantini fue designado titular de la CNEA por el presidente Alfonsín. Pérez Ferreira y el recordado Jorge Kittl fueron sus primeros asesores y ellos sugirieron a Costantini que me nombrara Director de Investigación y Desarrollo. Otro privilegio por el que estoy agradecido. Esta Dirección contaba con unos 200 grupos de I&D distribuidos en 5 centros atómicos (sede central, Constituyentes, Ezeiza, Bariloche y Pilcaniyeu), tenía un presupuesto de unos 50 millones de dólares, tenía bajo su responsabilidad áreas tecnológicas de la importancia de la fabricación de elementos combustibles nucleares, la producción de plutonio y el enriquecimiento de uranio. Fue mi bautismo en materia de tecnología. Una tarea maravillosa con desafíos múltiples. La planta de Pilcaniyeu estaba gerenciada por INVAP de modo que también pude conocer íntimamente a este singular emprendimiento que inició Conrado Varotto y que ha sido tan importante para el país. Confieso que la primera visita que hice a Pilca (entonces una planta secreta) me conmovió. Unos meses antes en enero de 1984 (aún

no era Director) Varotto me invitó a una reunión con el agregado científico de la Embajada de EEUU. Esta persona estaba realmente ansiosa por tener acceso a la Planta y lograr que EE.UU. tuviera control de ella. Discutimos por unas dos horas. Al final yo dije que podríamos negociar ese acceso a cambio de las Malvinas o de la deuda externa. Lo dije en chiste pues no estaba en mí poder realizar ese tipo de propuesta, pero fue para nosotros sorprendente que el agregado científico dijo que lo habían considerado... Nunca antes pensé que la tecnología podía valer tanto!

En 1985 el premio Nobel Abdus Salam, creador y director del Centro Internacional de Física Teórica en Trieste, visitó Argentina. Me tocó actuar de anfitrión. Salam tenía el propósito de visitar el Centro Atómico Bariloche y la planta de uranio enriquecido en Pilcaniyeu como gesto de buena voluntad para demostrar al mundo que la Argentina no tenía intenciones bélicas al construir esa planta. Esto último representaba una doble dificultad. 1) existía una resolución de cancillería que impedía visitas a la planta; 2) Salam era de nacionalidad pakistaní y su visita coincidía con la de una comitiva de físicos nucleares indios. Recuerdo algunos hechos de ese viaje. El primero, llegar a la sala VIP del aeropuerto para ser acompañados por azafatas hasta el avión. Una vez acomodados en nuestros asientos me encuentro con un amigo cordobés. Le pregunto: "¿Vas a Bariloche?" – "No, este avión va a Córdoba". Gran corrida. El pobre Salam no podía moverse rápido para bajar del avión y correr hasta el avión que iba a Bariloche que agarramos a punto de salir. Que embarazoso hubiera sido aterrizar en Córdoba! Yo anfitrión responsable, ¿cómo podría haberme excusado? Moraleja: ojo con los tratamientos VIP que a uno

lo llevan de un lugar a otro y uno confía dejándose llevar...

El segundo tema fue explicarle a Salam del modo más diplomático posible que no podíamos llevarlo a la planta de Pilcaniyeu pero que en su lugar le mostraríamos mediante diapositivas toda la información que él deseara conocer. A mí se me hizo particularmente difícil por la intervención de un colega que en forma inoportuna y provocativa se adelantó, durante el almuerzo, a prevenirle a Salam que no lo llevaríamos a Pilcaniyeu. Fue muy molesto.

El tercer hecho, agradable, fue que de vuelta en Buenos Aires me pidió especialmente ir a visitar a Le-loir, *"el único premio Nobel de ciencia que vive y que hizo su trabajo en un país del tercer mundo"* según me dijo Salam. La visita se hizo y fue muy linda.

Otro desafío que debí enfrentar en 1986 fue encabezar una comisión de la CNEA que visitó Yugoslavia con el propósito de ofrecer tecnología nuclear no sensitiva. En particular recuerdo una reunión con el primer ministro en Eslovenia y colaboradores que estaban muy interesados en contar con asistencia argentina en el tema de enriquecimiento de uranio, una tecnología sensitiva cuya transferencia está limitada en el marco de los acuerdos con la OIEA.

Ejercer la Dirección de I&D de CNEA fue una experiencia enriquecedora, desde lo científico, tecnológico, administrativo (con reservas) y político (pienso en las interacciones con el Embajador de EE.UU. y otros funcionarios) que llevamos a cabo en equipo con Cabrini (como gerente de Investigación), Roberto Cirimello (gerente de Desarrollo), Juan Carlos Almagro (gerente de Procesos Químicos), Edgardo Bisogni prime-

ro y Arturo López Dávalos después (Centro Atómico Bariloche) y Eduardo Santos (Pilcaniyeu).

Las reservas en cuanto a lo administrativo tiene dos capítulos. Uno, el hecho de que el Gobierno en esos años aprobaba el presupuesto a fin de año cumplido. Entonces el presupuesto con que contábamos era el de "prórroga", es decir los mismos números que el año anterior. Con una inflación de 1000% como tuvimos en 1984, el presupuesto servía sólo para un mes de operaciones! El otro tema que se convirtió en una cruzada para mí fue lograr que los directores, los gerentes y los jefes de departamento gozaran de facultades para poder decidir los gastos que correspondieran a sus respectivas responsabilidades y presupuestos y así eliminar expedientes largos e inútiles. Esta campaña fue muy trabajosa, en un momento logré la aprobación del Presidente, pero más tarde el Tribunal de Cuentas la objetó y se volvió atrás. Cuando Emma Pérez Ferreira fue designada Presidente en reemplazo de Costantini, pensé que se podría retomar la campaña pero no fue posible. Esto, y algunos malentendidos desafortunados me decidieron a dejar el cargo y, con mucha tristeza, la CNEA en mayo de 1988.

## ■ 11. LA VIDA FUERA DEL CONVENTO

Entre junio de 1988 y mayo de 1992 tuve un conchabo en TECSEL S.A., una empresa proveedora de ENTEL, como gerente de tecnología. Ayudé, mediante un contrato con INTEMA de la Universidad de Mar del Plata cuyo director era el Dr. Roberto Williams a impulsar el desarrollo de una resina que entonces se importaba. También dirigí un proyecto de comunicaciones satelitales que contó con la colaboración de los especialistas José Bravo y Máximo Lema y que obtuvo la licencia

para la transmisión de voz y datos mediante un decreto del presidente Alfonsín al filo de su renuncia en 1989.

A pesar de estos resultados me pesaba mucho el haber dejado lo mío, la física nuclear después de tantos años. Sentía que había colgado los hábitos alejándome del "convento", es decir, de la dedicación exclusiva a la vida académica. Como consuelo volví a la Facultad en Núñez, con dedicación parcial, para dictar el curso de Física Nuclear. También en 1986 había sido incorporado a la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales adonde continuaba asistiendo a las reuniones plenarias todos los meses.

En 1989 uno de los capataces de TECSEL que se ocupaba de las obras de zanjeo para la colocación de líneas telefónicas se acercó para preguntarme si podía haber algún modo de averiguar si un subcontratista había "metido la mula". Estaban haciendo el tendido de cables bajo la vía de tren en la estación Adrogué por lo que en vez de una zanja habían hecho un túnel. El capataz sospechaba que el subcontratista a cargo de cubrir con hormigón los caños de PVC a lo largo del túnel sólo lo había hecho en las puntas. Pensé que se podía desplazar una fuente radioactiva por uno de los caños bajo tierra y medir la radiación transmitida a la superficie. El túnel y los caños estaban a 2,50 m de profundidad. Cálculos sencillos indicaban que sólo unos 10-15 cm de hormigón atenuarían la radiación de una fuente de cobalto unas 100 veces. Por lo tanto se trataba de una operación relativamente simple que debería dar resultados muy claros y concluyentes. Me puse en contacto con mis conocidos de la Dirección de Radioisótopos y Radiaciones de CNEA para pedir una fuente de cobalto de 50 Ci. Nunca había hecho

un trabajo aplicado en física nuclear e imaginaba que una fuente así sería algo fácil de conseguir. No lo fue (y no lo es). Luego de buscar y buscar conseguí que Roberto Clede de la empresa IDECOM (que había hecho la inspección de las soldaduras del tanque del TANDAR) me facilitara una fuente de Iridio de 25 Ci, un operador habilitado y un par de contadores Geiger Muller. El poder de penetración del Ir es mucho menor que el de Co. La prueba se hizo pero el número de cuentas *por minuto* era del orden de sólo 15 mientras que el fondo ¡era 10! Volví a la oficina desmoralizado por el aparente fracaso. Sin embargo luego de analizar los datos con cuidado, calcular errores, sacar promedios llegué a la conclusión de que efectivamente se habían hormigonado sólo los primeros 3 m desde el acceso. El subcontratista amenazó con hacerme un juicio por difamación cuando presenté los resultados pero finalmente abrieron el túnel y se comprobó que las mediciones habían llevado a la conclusión correcta. Me gustó hacer un informe; fue volver a escribir un *paper* de física nuclear. La nostalgia y cierta apreciación de que en el campo del hormigón armado los rayos gamma se usaban poco me condujeron a pensar en desarrollar lo que luego se denominó la Tomografía de Hormigón Armado. Tenía un poquito de dinero y ofrecí a Willy Dussel, que entonces era Director del Departamento de Física de la Facultad, invertir ese dinero en la recuperación del viejo laboratorio de nuclear (donde habíamos trabajado 25 años antes con Jech, Ligatto, Eduardo Ansaldo y Marta Pérez). Conseguimos una vieja fuente de Co de 0,2 Ci que estaba abandonada en la Facultad de Ingeniería en Paseo Colón e hicimos varios trabajos de tesis de licenciatura; Daniel Collico (radiación natural e inducida en perfilajes geofísicos, 1991), Adrián Tichno (tomógrafo de efecto Compton, 1992), Silvina

Sinkec (producción de elementos transplutónicos, 1994), Víctor Fierro (sistema gammamétrico para estudio de hormigón armado, 1996), y varias publicaciones (Ansaldo, 1993; Collico, 1995; Tarela, 1994).

En 1992 fundamos THASA (Tomografía de Hormigón Armado S.A.) para brindar servicios en el sector de la ingeniería civil y suplir la necesidad de conocer con precisión los diámetros y posiciones de las armaduras en una estructura para poder evaluar su capacidad de carga. En esta aplicación la THA es única entre las técnicas no destructivas que existen actualmente. THASA ha llevado a cabo con éxito centenares de contratos de servicios y determinaciones en miles de elementos estructurales, principalmente en Argentina, pero también en Europa, EEUU, Reino Unido, Brasil, Chile y Uruguay y ha obtenido varias patentes y un premio muy valorado en el *Silicon Valley*.

Entre 1992 y 1996 colaboré en organizar y conducir la Fundación del Premio Nacional de la Calidad para el sector privado. Fue una sorpresa ser invitado a hacer esta tarea. Quien tuvo la iniciativa, Oscar Imbellone, había entrevistado al Director del *Baldrige Quality Award* en Washington y éste (químico nuclear) le había dicho que para organizar un premio de este tipo era esencial el rigor científico y le aconsejaba ¡que buscara a un científico nuclear! Hacía poco que había dejado TECSEL y estaba a la búsqueda de medios de subsistencia de modo que acepté. Fue un mundo nuevo y como tal una nueva experiencia enriquecedora.

Entre 1994 y 1998 ejercí la presidencia de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. En 1995 se creó una comisión conducida por Alejandro Arvía e integrada, además por Daniel. Bes,

Alberto Pignotti, Rosendo Pascual, Carlos Segovia Fernández y Andrés Stoppani, que elaboró un documento sobre Política Científica el cual fue comentado en una editorial de uno de los principales diarios. Siendo presidente fui invitado por el Embajador Carlos Muñiz, fundador y presidente del Consejo Argentino de Relaciones Internacionales a asistir a una reunión en Oxford con empresarios y parlamentarios argentinos, británicos y malvinenses para discutir la cuestión Malvinas. Además está decir que fue un encuentro muy interesante. Nos alojamos en uno de los *colleges* y allí comíamos. El comedor era como el de un monasterio, mesas y banco largos. En una de las comidas se sentó a mi lado el senador Eduardo Menem quien el día anterior me había impresionado (muy bien) con el discurso que hizo en la reunión inaugural. Me preguntó sobre la situación de CyT en la Argentina y yo le di mi franca opinión en el sentido que había mucho por hacer y respetuosa pero firmemente le dije que la conducción no era idónea. Creo que tanto el trabajo sobre Política Científica de la Academia como este intercambio con Menem tuvieron alguna influencia en los cambios que se sucedieron en el sector el año siguiente.

## ■ 12. SECYT, CONICET, AGENCIA

A mediados de 1996 Jorge Rodríguez dejó el Ministerio de Educación para pasar a ser el Jefe de Gabinete y Susana Decibe lo sucedió en el Ministerio. Decibe designó a Juan Carlos Del Bello secretario de Ciencia y Tecnología y Del Bello me pidió a mí que lo secundara como Jefe de Asesores. Unos 20 científicos, economistas y tecnólogos fueron convocados a una reunión que tuvo lugar el 19 de julio en la Academia Nacional de Ciencias Exactas y Naturales. Se discutió la forma de abordar los siguientes temas: objetivos y

organización de los organismos de CyT; reglas de juego para asegurar la calidad; modos de lograr estabilidad con mejora continua; modos de asegurar una transición hacia el estado deseado cuidando los recursos existentes. Como resultado de esta primera consulta se formaron 6 comisiones de trabajo involucrando a un centenar de personas. La tarea fue intensa, incluyó un seminario internacional en el Hotel de las Américas, y se pudo concluir en septiembre de 1996, a tiempo para encarar, tomando en cuenta las recomendaciones de estas comisiones, la reorganización del CONICET que había sido dispuesta en el decreto 660 de julio de 1996 con un plazo de 90 días. Un problema manifiesto de aquellos años era que sólo el 1-2% del presupuesto del CONICET era destinado a subsidios a la investigación y que éstos por ser tan limitados en general no alcanzaban a investigadores que no fueran miembros de la carrera. Discutimos mucho como resolver el problema y se llegó a la decisión de crear la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Se elaboraron dos decretos. El 1660 que creó la Agencia como ente descentralizado impedido de crear institutos y tener investigadores propios, es decir, exclusivamente dedicada a subvencionar la investigación pura y aplicada. El decreto siguiente 1661 establecía normas para el CONICET. Tengo en mi archivo 19 versiones sucesivas de este decreto. Día a día Del Bello y yo discutíamos una y nos llevábamos a casa la tarea de pensar y corregir para discutir nuevamente al día siguiente una nueva versión. Aparte de definir funciones y normas para asegurar la calidad de todos los procedimientos, una de las propuestas salientes (y más controversiales) fue que el Directorio incluyera representantes de la industria, del agro, de las universidades y de las provincias y que la mitad del directorio fueran investigadores ele-

gidos por los miembros de la carrera. Otra interesante iniciativa en que me tocó intervenir fue la creación del Gabinete de CyT (GACTEC), la cual lamentablemente terminó malográndose.

Para mí fue otra gran experiencia que valoro y un privilegio haber podido colaborar en esta tarea que, a pesar de las resistencias que generó me parece que a la larga fue positiva. La verdad es que también se me hizo duro recibir las reacciones de buena parte de la comunidad del CONICET y por extensión, de la Academia que aún presidía. Durante 1997 aparecía cada 15 días un pasquín con infamias de todo tipo. Al principio me costó mucho, luego me fui acostumbrando pero no dejó de producirme mucha tristeza. Una investigadora escribió una carta muy dura al presidente Menem atacando a Del Bello y a mí, que llegó a mis manos. Sin decirle que esto había ocurrido la invité a conversar para explicarle las razones que había detrás de estas reformas y pedirle que nos ayudara a enmendar errores que ella advirtiera. Recuerdo con pena la imposibilidad de establecer un mínimo diálogo.

Guardo un especial afecto por Del Bello. Sin ser amigos (sólo conocidos del FOMEC), y sin pertenecer a su grupo político, él me convocó para afrontar este verdadero desafío que fue la mejora del sistema de CyT. Trabajar con él, una persona con iniciativa y decisión, respetuoso de las ideas ajenas y cuidadoso de no hacer discriminaciones ideológicas a la hora de convocar gente para colaborar, que en todo momento tuvo gran consideración hacia mí, ha sido un placer y estoy agradecido por ello. También fue muy agradable trabajar con Susana Decibe y participar de sus reuniones de gabinete.

Al crearse la Agencia se transfirió

a ésta el manejo de la Ley 23877 de Innovación Tecnológica y del FONTAR que había sido creado en 1994 en el Ministerio de Economía por Juan José Llach y Del Bello. Estos dos instrumentos se alinearon para promover la innovación en el sector privado. Además se creó el FONCYT para otorgar subsidios a la investigación científica. Esto dio lugar a un incremento sustantivo de los fondos destinados a este fin (más de 10 veces) y se iniciaron los concursos PICT donde al grupo responsable de un proyecto se le otorgaba los fondos que pedía y como contrapartida se le exigía los resultados comprometidos.

Fui designado presidente de la Agencia en la primera reunión del Directorio en mayo de 1997. Tengo un especial reconocimiento a Francisco De la Cruz por haber aceptado colaborar con la organización del FONCYT. Él diseñó, con la ayuda de Alfredo Caro, el sistema de evaluación del FONCYT basado en la consulta a pares (en lugar de comisiones asesoras). El trabajo con el Directorio fue siempre muy armónico y productivo. Juan Dellacha y Rebecca Guber también fueron de gran ayuda en esos años. Carlos Marschoff y luego Mario Parisi ejercieron la dirección del FONCYT y Marta Borda del FONTAR. Teresa Boselli fue una inestimable ayuda en sacar adelante las actas del Directorio, las resoluciones, y los instrumentos de comunicación.

Dejé la Agencia con el cambio de gobierno en diciembre de 1999. No fue muy feliz el pase de mando con mi sucesor a quien vi muy alejado de los valores de la Agencia y más bien interesado en su uso político.

Entre 2000 y 2001 fui miembro del Directorio del INTI y entre 2000 y 2007 del Directorio de la Comisión

de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). Le debo a José Antonio Bordón, que entonces era el Director General de Escuelas, este nombramiento. Con el Directorio intentamos persuadirlo de que un pequeñísimo porcentaje del presupuesto de Educación de la provincia podría dar lugar a un incremento de un orden de magnitud (10 veces) del presupuesto destinado a la CIC y hacer realmente una diferencia notable en la actividad de ciencia, tecnología e innovación en la provincia. Bordón se entusiasmó con esta posibilidad y la anunció públicamente en un acto que tuvo lugar en el salón de actos del Banco de la Provincia. Lamentablemente la burocracia volvió a ganar la batalla y esta interesante posibilidad se frustró.

En el 2004 fui invitado a integrar el Consejo Académico del Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA), el cual veo con gusto crecer en la actividad de I&D y en el número de profesores con dedicación exclusiva y doctorandos.

En 2005 junto con De la Cruz propusimos al Ministro Roberto Lavagna la creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología. La idea se sustentaba en una singular oferta de Lucent de dar acceso a la Argentina a su fábrica de circuitos integrados y tenía como objetivo promover la actividad industrial en esta novedosa rama tecnológica. Esto se debió al reconocimiento que Lucent tenía por el Laboratorio de Bajas Temperaturas que De la Cruz dirigió por muchos años y que dio lugar a un número de excelentes doctorados varios de los cuales terminaron en Lucent haciendo un papel distinguido. Esta iniciativa fue malentendida y atacada por la comunidad científica y terminó como un suplemento de la Agencia.

En la actualidad continúo realizando actividades en la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en el ITBA, en el CARI y principalmente en THASA.

Agradezco a mis padres y hermanos con quienes pasé la primera parte de mi vida. A Amalia que me ha acompañado siempre y alentado sin reparos y me ha ayudado de un modo intangible pero poderoso a progresar en mi carrera. A mis profesores comenzando por la escuela primaria, el Liceo y luego la Facultad, a los colegas del exterior con quien he colaborado y pasado momentos muy lindos en la actividad de investigación, a los compañeros y discípulos de la CNEA especialmente del TANDAR, a los socios de THASA, a los colaboradores de la SECYT y la Agencia y a muchos más.

Por último un recuerdo a mis hijos y a mis nietos, permanente fuente de felicidad.

## ■ BIBLIOGRAFIA

Ansaldi A. y col., (1993) *The Application of Gammametry to the Study of Reinforced Concrete*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research **B73**, 531.

Collico D.L. y col. (1995) *Elemental Analysis of a Concrete Sample by Capture Gamma-Rays with a Radioisotope Neutron Source*. Nucl. Instr. & Meth in Phys. Res. **B95**, 379.

Mallmann C.A. (1959), *Systems of Levels in Even-Even Nuclei*, Phys. Rev. Lett. **2**, 507.

Mariscotti M.A.J. (1967) *A Method for Automatic Identification of Peaks in the Presence of Background and its Application to Spectrum Analysis*. Nuclear Ins-

truments and Methods **50**, 189.

Mariscotti M.A.J y col. (1969) *Phenomenological Analysis of Ground State Bands in Even-Even Nuclei*. Physical Review **178**, 1864.

Mariscotti M.A.J. (1970) *Rotational Description of States in Closed and Near Closed-Shell Nuclei*. Physical Review Letters **24**, 1242.

Mariscotti M.A.J. editor (1979), *Veinticinco Años - Actas de las Jornadas Conmemorativas de los 25 Años del Síncrociclotrón y del Comienzo de las Obras para el Emplazamiento del Acelerador TANDAR*, Impreso CNEA, 154 páginas, 1981.

Mariscotti M.A.J. (1984), *El Secreto Atómico de Huemul (Crónica del origen de la energía atómica en la Argentina)*, Ed. Sudamericana-Planeta (Buenos Aires), primera edición 1984, segunda edición 1987, tercera edición 1996, cuarta edición 2004, 286 páginas.

Mariscotti M.A.J. (1996) *Bases para la Discusión de una Política de Ciencia y Tecnología*, Coordinación General, Publicación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología, 1996

Scharf Goldhaber, G. y Goldhaber A. (1970), *Extension of the variable moment of inertia model toward magic nuclei*. Phys. Rev. Lett. **24**, 1439.

Tarela P.A. y col. (1994) *Method for Measuring Low Activity Extensive Samples*, Nucl Instr.& Meth in Phys. Res. **B94**, 511.

Thieberger P. (1970) *Classical Analogue of the VMI Formulae for*

*Rotational States in Even Nuclei.*  
Phys. Rev. Letters **25**, 1664-  
1666.

■ **NOTAS**

1 En esta reunión participaron Daniel Bes, Alberto Ceballos, Alberto Filevich, Mario Mariscotti,

Emma Pérez Ferreira, Ricardo Requero, Julio Rossi y Edgardo Ventura.

El artículo 41 de la Constitución Nacional expresa:

---

Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano, y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes, sin comprometer las de las generaciones futuras.

---

Para ello, trabajamos en el Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) en docencia, investigación y desarrollo tecnológico.

**3iA**



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA AMBIENTAL  
www.unsam.edu.ar