

MATERIALES, GESTIÓN Y OTRAS HISTORIAS¹

Palabras clave: dislocaciones texturas y plasticidad en metales; Gestión de Ciencia y Tecnología; Educación Universitaria.
Key words: dislocations textures and plasticity in metals; Science and Technology Management; University Education.

Una rica historia de vida, que comienza en un pueblo santafesino, continúa con el estudio de materiales, se entrelaza con Francia y culmina con importantes tareas de gestión en CNEA y en UNSAM.

■ **Alberto Antonio Pochettino**

FUNINTEC, UNSAM

alberto.poch@gmail.com

¹ Editor asignado: **Miguel A. Blesa**

■ INTRODUCCION

Si tuviera que definir en forma simple mi vida -aunque esto podría ser poco cierto pues los humanos somos seres complejos- yo diría “soy lo que pude aprender de mucha gente que intenté practicar a lo largo del tiempo: tratar de pensar claramente, trabajar mucho, crear, ser leal y honesto”. Este razonamiento cuasi lineal siempre me ayudó a tener muy en claro que necesitamos de maestros y amigos para enseñarnos diferentes caminos y así poder elegir el que creemos más adecuado. Esta visión, a pesar de su simpleza, me ha permitido obtener algunos logros que estimo razonables y que aquí contaré. A mis setenta y siete años estoy muy feliz con lo vivido, en particular con Anne, a quien conocí en mi estadía postdoctoral en Francia y a quien tanto le debo a lo largo de más de cuarenta años de vida juntos. También quiero contar que mi vida laboral me ha permitido establecer vínculos amistosos con personas excepcionales que encontré a lo largo de mi carrera. A todos mi agradecimiento y cariño y mi formal pedido de perdón a aquellos que involuntariamente he olvidado.

Este texto intenta resumir mi vida profesional, desde sus comienzos en investigación en el área de las Ciencias y Tecnologías de los Materiales a las crecientes ganas de construir institucionalmente, primero en la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y luego en el ámbito de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), pensando cada vez más en las necesidades de nuestra sociedad y de aquellos que nos siguen. Seguramente, el resultado de mis tareas podría haber sido mejor, pero soy alguien que prefiere la rápida construcción de soluciones a la larga discusión. Siempre me gustó este camino, aunque a veces puede representar una mayor probabilidad de cometer errores.

Quiero también confesar que mis actividades profesionales no me impidieron disfrutar de la vida y de sus bellos momentos. Algunas veces anduvieron de la mano. Espero no aburrirlos.

■ MIS PRIMEROS AÑOS (1947/65)

Las biografías suelen empezar así. Tiene sentido: la primera etapa de nuestras vidas deja fuertes improntas

en nuestra personalidad. Nací en un pueblito de la provincia de Santa Fe, hoy pequeña ciudad de 20.000 habitantes, su nombre Las Parejas. Fue siempre un sitio que se distinguió por tener muchas industrias metal-mecánicas, obviamente dedicadas al agro: la pampa húmeda daba trigo y maíz y había ganado vacuno que paulatinamente fue reemplazado por el cultivo de soja. Vengo de una familia clase media baja: madre maestra y padre trabajador. Mi infancia y juventud no fueron siempre de fácil tránsito, aunque sí de amor por parte de mis padres. En aquella época, las anchas calles del pueblo eran de tierra y allí uno pasaba sus tardes de niñez jugando al fútbol, remontando barriletes, subiendo a árboles y haciendo travesuras. Estudié música algunos años, siempre me fascinó esta expresión del arte y sigue deleitándome.

Otro hecho importante para la vida del pueblo fue la llegada del pavimento cuando yo tenía unos 12-13 años. Permitted unir a Las Parejas con la ruta nacional 9 y de ese modo llegar fácilmente a la ciudad de Rosario, distante 100 km. También llegó la televisión de los canales rosa-

rinós que, en los primeros tiempos, “veíamos bien a la noche” por las condiciones de propagación de señal. Esto influyó sobre nuestras vidas pueblerinas ya que comenzamos a conocer otros mundos y a practicar nuevas costumbres. Se abrían otros horizontes y también la posibilidad de transitar nuevos caminos.

En el pueblo viví momentos importantes de mi juventud. En el cine pasé muchos momentos; en esa inmensa caja negra con pantalla viví historias de todo tipo, magníficas algunas, malas otras. Allí aprendí a amar el cine cuando me deslumbré con “Los 400 golpes” de François Truffaut. Cercano a esta época, está la noche de un fogón donde (de colado) descubrí en vivo a Jorge Cafrune, su canto y su guitarra. Estas reuniones de amigos despertaron mi afecto siempre vivo por la música de nuestra tierra.

Otros recuerdos pertenecen al mundo de la enseñanza primaria y secundaria, en particular los de la gente que me acompañó y me guió. Hay muchos docentes a los que quisiera agradecer. De todos ellos, voy a recordar a dos personas: el Agrimensor Hugo Fernández, que a través de sus cautivantes clases de matemáticas y física me despertó el gusto por esos temas y María Stella Foltrani, quien me hizo amar la literatura. ¡Sinceramente, mis recuerdos y mi agradecimiento a todos los inolvidables y queridos compañeros, maestros y profesores de esa época!

■ LOS AÑOS ROSARINOS (1966-1972)

Una decisión loca que tomé para no perder tiempo fue cursar el pre-universitario en la Universidad Nacional de Rosario (UNR) -con tres materias obligatorias: matemáticas, física y trigonometría- durante el último cuatrimestre de mi Colegio

Secundario (año 1965). Viajaba en ómnibus a Rosario (dos horas de ida y otras dos de regreso). Si mal no recuerdo, las clases se desarrollaban tres veces por semana: dos en turno noche y una los sábados por la mañana. Estudiaba en todo momento. Fue una temporada dura, recuerdo fundamentalmente el acostarme a las dos y media de la madrugada (hora de llegada del ómnibus nocturno a mi pueblo) y levantarme a las siete para ir al Colegio Secundario. Este sacrificio tuvo su ventaja, en diciembre de 1965 ya era alumno de la UNR.

Cuando en marzo de 1966 llegué a la UNR aun no existía la carrera de Física. Pensaba estudiar Ingeniería Electrónica. A mediados de ese año apareció la posibilidad de estudiar Física y con un par de compañeros de entonces nos anotamos en la carrera. Recuerdo que mi familia me miraba con desconfianza por asumir tal desafío, pero nunca me reprobaron la elección. ¡Eso fue importantísimo! La verdad es que la Licenciatura en Física, para nuestro pequeño grupo, nos parecía muy interesante, y fundamentalmente creíamos que sería una propuesta que nos ayudaría muchísimo a pensar y crear. ¡Así fue que dijimos adelante!

Algunos recuerdos de la carrera: Tuvimos excelentes profesores en el ciclo básico tanto en Física como en Matemáticas. No puedo olvidar: la belleza de las clases donde aprendimos los conceptos de límite y de derivación con el Dr. Edmundo Roffman (a quien, las sorpresas de la vida me llevaron a reencontrar varias veces en la cola de cines en la época en que ambos habitábamos París); la aplicación de la matemática a la resolución de interesantes problemas siguiendo las claras enseñanzas del Ing. Reims, didáctico pedagogo sobreviviente de campos de concentración; la Electricidad y

el Magnetismo de la mano del Ing. Horacio Hellman; las clases de Física moderna del Ing. Mario Bíncora, una de las personas que puso en evidencia la mentira de la Isla Huemul (Bariloche) en los años cincuenta. El ciclo profesional fue marcado por excelentes profesionales, como el Dr. Mario Castanigno y el Dr. Walter Mulhall; un Walter que muchas veces para mí era profesor y en otras me aconsejaba como un hermano mayor. Imposible olvidar a los Dres. “Goyi” Mignaco (quien falleció muy joven), Roberto Liotta¹ y Rubén Piacentini, docentes que supieron acompañarnos en este recorrido.

Un momento muy importante en mi vida fue la aparición en Rosario del Dr. Miguel Ipohorski, (todos lo conocemos cariñosamente como Ipo y utilizaré repetidamente este seudónimo). Ipo se había Doctorado en Física trabajando en difracción de Rayos X bajo la dirección del Dr. Alberto Bonfiglioli en el Departamento Materiales de la CNEA, el cual fue creado por el Prof. Jorge Sabato. En ese momento Ipo era un joven doctor en Física, recién vuelto de Cambridge, muy *british*, donde hizo un posdoct en Microscopía Electrónica. Nos dictó Física Experimental III en el marco de un generoso e inteligente apoyo que brindaba el Departamento Materiales de CNEA (en ese momento dirigido por el Ing. Carlos Martínez Vidal) al desarrollo de la Ciencia de Materiales en el interior del país. Luego, el Dr. Ipohorski dirigiría mi trabajo final en Microscopía Electrónica por transmisión (TEM), donde estudié la formación de líneas de Kikuchi que la difracción inelástica de electrones producía en monocristales de aluminio. Estas líneas, que guardaban la simetría cristalina, permitían conocer con precisión las diferentes orientaciones de la muestra en la pantalla del microscopio. Cuando esto sucedía, podíamos controlar las rotaciones que sufrían

las láminas delgadas del material monocristalino en estudio, ubicadas en una platina de doble rotación del microscopio. Posteriormente, utilicé muchísimo esta técnica en los trabajos de mi tesis doctoral. Hoy, todo este trabajo sobre líneas de Kikuchi se hace vía computadora. En esa época era a mano, con paciencia y dedicación.

Los años en la UNR fueron de trabajo y de construcción de amistades que no puedo pasar por alto. Dos excelentes compañeros de estudios me brindaron siempre su apoyo en buenos y en difíciles momentos: Ricardo Weder y Daniel Berdichevsky. Después nuestras vidas tomaron diferentes caminos.

Algunos de los grandes amigos que también hice en ese momento, casi todos físicos: Alberto Sagués (en Florida, EE.UU.), Carlos Cortés (en la industria), Carlos Galles (con quien nos cruzamos en muchos momentos de la vida), la querida Silvia Balart (ya retirada de CNEA), Carlos Tomé (ahora retirado del Laboratorio Nacional de Los Alamos, EE.UU.) y su esposa Graciela, Roberto Rivarola² y Roberto "Turco" Haddad, gran persona, profesional y músico. Una mención especial: mi recuerdo para el querido "Maestro" Ricardo Tinivella, ser excepcional con el cual todo el grupo ha vivido divertidas e inolvidables horas.

Un pequeño recuerdo: Las noches de invierno en el altílo de la casa de Alberto Sagués, donde lo acompañábamos mientras él hacía de radioaficionado. Hablábamos de todo y de nada (decíamos "filosofábamos") tomando ginebra para combatir el frío. Luego, las idas a la Pizzería Astral hacia la medianoche, casi a la hora del cierre, a comer algo antes de ir a dormir (¡gran "alegría" para los empleados!). Todavía me veo caminando hacia mi cuar-

to de pensión por las madrugadas de una Rosario desierta y tranquila, pasar delante del Teatro El Círculo y luego bajar por la Avenida Pellegrini. En ese momento, aún se podía marchar sin los sobresaltos que llegarían poco tiempo después.

Otro de mis recuerdos importantes son para dos personas que ya no están: el Lic. Peter Lewis y el Ing. Jorge Hisano, con quienes compartí esos años, particularmente en el trabajo docente. Otro muy especial para Eduardo Pasquini, su esposa y para esa gran persona que era Julia Huarque, que fueron desaparecidos por la dictadura militar. Eduardo y Julia eran miembros del Departamento de Física.

Vuelvo a lo académico. Terminé la carrera universitaria a fines de Abril de 1971 y luego me presenté como Becario de Ingreso al Conicet, con iniciación en Marzo del 72, momento en el que me radiqué en

Buenos Aires. En el ínterin, trabajé como Jefe de Trabajos Prácticos régimen *part-time* en la Facultad de Bioquímicas y de dedicación simple en la Facultad de Ingeniería de la UNR. Cuando el bolsillo me lo permitía, viajaba a la CNEA. Allí Ipo, mi futuro director de Beca, me ayudaba a introducirme aún más en el mundo de la microscopía electrónica.

■ LOS AÑOS DE TESISTA EN CNEA (1972-1978)

Ingresé a la CNEA como Tesista con una Beca de Iniciación del CONICET en el año 1972. Un tiempo antes de iniciar la Beca de Perfeccionamiento, tuve la suerte de transformarme en investigador de CNEA (Noviembre 1973). Trabajaba con el Dr. Miguel Ipohorski en la caracterización de los lazos de dislocaciones, defectos cristalinos que endurecían el material (en este caso monocristalino) y podían ser formados sea por el agregado de átomos intersti-



Reencuentro con viejos compañeros en Rosario (2023). Izq. a der: C. Tomé (LANL, Los Alamos, USA), Yo, Anne Le Brestec (mi esposa), Graciela Petronio (esposa de Tomé) y Roberto Rivarola (CONICET – UNR). En el viejo Sunderland de Rosario.

ciales, sea por vacancias, diferentes tipos de defectos puntuales que eran producidos durante la irradiación neutrónica. Para entender la cinética de estos defectos que alteraban las propiedades mecánicas de los materiales, había que saber reconocer sus mecanismos de formación. Realicé estudios en aleaciones de cobre y de aluminio donde detectamos diferencias en los mecanismos de desarrollo del daño por radiación. Fundamentalmente, el tamaño de los lazos de dislocaciones era muy distinto en los dos materiales y ello llevaba a tratamientos especiales y adecuados para la comprensión de las imágenes electrónicas y también para la cinética de formación de los lazos [1-3]. Hubo bastante trabajo experimental: montaje de equipa-

miento, preparación y orientación de monocristales, corte de muestras introduciendo un mínimo de tensión sobre ellas, irradiación en el Reactor RA3 (quisiera remarcar la enorme cooperación que tuvo su personal). Se trabajó muchísimo en la observación de muestras (láminas delgadas), la obtención y copia sobre papel fotográfico de micrografías electrónicas y su análisis. La computadora no existía, el registro video de imágenes tampoco. Además, sin temor a equivocarme, creo que nuestro trabajo fue el primero de microscopía electrónica en daño por radiación que "se realizó al Sur del Río Grande" (referencia geográfica del Ing. Heraldo Biloni,³ gran metalurgista, cuando quería marcar los logros de nuestro Departamento Materiales). Aquí,

además de agradecer a Ipo, mi primer Maestro, excelente director de tesis, compañero y amigo, también quiero remarcar el compañerismo y amistad del Dr. Raúl Versaci.

Con Raúl nos ayudábamos muchísimo y teníamos bellas discusiones que iban de la Microscopía Electrónica a la vida misma. Recuerdo que, en algún momento, los sábados le ayudaba (en lo que podía) con la construcción de su casa en San Antonio de Padua y los domingos estudiábamos para las materias de posgrado que cursábamos. Otro reconocimiento es al Dr. Alberto López García, quien nos apoyó a ambos para que pudiésemos cursar las materias del Doctorado y presentar la Tesis Doctoral en la Universidad Nacional de La Plata durante una época muy difícil.

No puedo dejar de recordar los conocimientos sobre desarrollo de monocristales que generosamente me brindó el Dr. Héctor González, a quien considero como uno de los mejores físicos experimentales argentinos que he conocido. Sus desarrollos de equipamiento para el análisis de las propiedades mecánicas de materiales bajo irradiación neutrónica fueron excepcionales. Sería injusto olvidar a su esposa, la Dra. Cristina Oviedo, especialista en superficies utilizando técnicas Auger. Son dos personas que siempre me hicieron sentir como uno más de la familia y a quienes debo mucho. Mi inmensa gratitud.

Finalmente, no quisiera cerrar el tema Tesis sin dejar de recordar al Sr. Néstor Marcone, quien era el técnico del TEM. Era muy celoso en el cuidado del equipo y además siempre encontraba soluciones a los problemas que podían aparecer. Tampoco puedo olvidar a los Señores Pablo Nieto y Félix Segovia, incansables fotógrafos del laboratorio



El equipo de trabajo en Microscopía Electrónica, año 1976 (izq. a der.): Raúl Versaci, Miguel Ipohorski y Néstor Marcone.

de metalografía, quienes sabían hacer todo tipo de diabólicos trabajos para que mis registros fotográficos tuvieran la mejor reproducción posible sobre papel.

Las horas de laboratorio me permitieron conocer a mucha gente de la cual tengo un recuerdo imborrable. Ipo era una persona muy respetada y visitada. En el TEM siempre había gente trabajando diariamente de "ocho a ocho" y muchas veces, cuando se necesitaba paz, los sábados a la tarde. Imposible olvidar las charlas regadas por los deliciosos mates cebados puntualmente a las cinco de la tarde por ese notable administrativo que fue Don Eliseo Álvarez. Entre la gente que solía compartir esos momentos con nosotros estaban el Ing. Daniel Vassallo (nuestro jefe de División en ese

momento), el Dr Raúl Versaci, el Sr. Oscar Curotto (otro administrativo de excelencia), el Dr. José "Pepe" Ovejero, experto en aceros y con quien luego compartí, junto a su esposa la Dra. Alicia Sarce,⁴ un corto período de mi estadía post-doctoral en Francia. Otras personas que concurrían en forma bastante frecuente eran los Dres. Héctor González, Manuel Mondino (luego Presidente de CNEA) y Horacio Osuna (quien intentaba guiarme por los sinuosos caminos que generaban la interacción entre el conocimiento tecnológico y la política; luego presidente de INVAP S.E.). De la gente que nos visitaba periódicamente no puedo olvidar a claras voces como las de los Dres Aldo Craievich⁵ y Conrado Varotto,⁶ siempre corriendo, quien en ese momento estaba poniendo en marcha INVAP. Hermoso ambiente,

donde se aprendía y se discutía con amplia libertad y respeto. Fue otro gran e invaluable aprendizaje.

Sobre mi vida en Buenos Aires: fue en una época dura (final del peronismo de los setenta y llegada del gobierno militar). A pesar de esto, llegué a conocer gente singular y lugares de todo tipo. La vida en CNEA y en Buenos Aires me dejó, como dice el tango, un puñado de amigos, y no quisiera cometer el error de no nombrar alguno, ellos saben quienes son. También me hice asiduo concurrente a actividades de dos géneros musicales muy diferentes pero bellísimos: el jazz y la música antigua. Esto último me trae un recuerdo especial para tres compañeros de CNEA: la Lic. Susana Kurokawa, el Ing. Daniel Vassallo y el Dr. Roberto "Turco" Haddad con quienes forma-



Uno de los pocos recuerdos del Norton Consort. En un concierto privado. De izq. a der.: Daniel Vassallo (Flauta Bajo), un violonchelista que nos acompañó en esa ocasión, algunos observadores, Yo (sin barba por pasaporte, 1978) y Susana Kurokawa, ambos en flautas alto y sólo aparece la punta de la flauta soprano de nuestro director, Roberto Hadda.

mos un conjunto de música antigua, el “*Norton Consort*”, de divertida historia y de gloriosos ensayos que combinaban música, comidas y vinos. También solíamos tener la compañía de otro gran amigo físico, quien realizó una brillante carrera en INVAP: el Lic. “Peck” Sagarazu, acompañante, “representante artístico” de nuestras actividades y luego compañero de vida de Susana. A veces se sumaba a nosotros un gran flautista y cantante de música antigua de actuación profesional: Héctor Rodríguez. Recuerdo los bellos encuentros que todos teníamos junto a su madre en la casa de San Vicente. Hermosos domingos. Tiempos idos...

Terminada y rendida mi Tesis, hacia fines del segundo semestre de 1978 partí a Francia para hacer un Post-doctorado en la Universidad de Paris XI, Facultad de Orsay (a 20 km del centro de París), en el laboratorio del Prof. Paul Lacombe. ¿Qué puedo decir de este hombre? Un gran ser humano. Detrás de su máscara seria y formal de director de laboratorio era una persona muy comprensiva. Fue uno de los padres de la Metalurgia Moderna. Escribió su famoso libro-tratado sobre metalurgia y metalografía a fines de la segunda guerra mundial, en la cárcel, preso por los alemanes dada su condición de resistente.

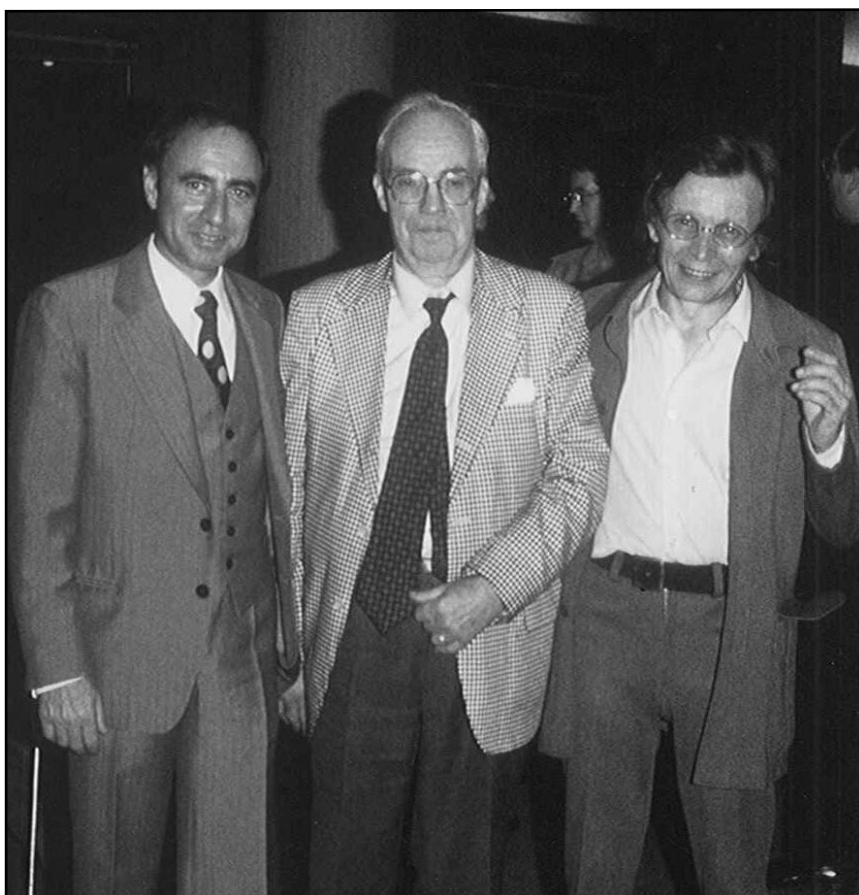
■ PERIODO FRANCES (1978-1981)

El cambio de aire me permitió llevar adelante un cambio temático, pues creía muy difícil continuar en la M.E. del daño por radiación: los estudios que en ese momento se podían hacer eran muy básicos en materiales simples y el tema obtención de muestras era muy complicado. Por otra parte, yo quería evolucionar hacia comprender mejor el comportamiento de los materiales de uso

nuclear, tener una visión más general sobre lo que pasaba con ellos cuando se deformaban. El cambio temático comenzaría a darse en el Laboratorio de Metalurgia Moderna, Facultad de Paris XI, Orsay, Francia, donde el Prof. Lacombe tenía instalado sus laboratorios y su equipo directo de colaboradores, entre ellos los Dres. Marc Aucouturier y Richard Penelle que se convirtieron en otros grandes amigos en el tiempo. Con Richard, mi director de Tesis en Orsay, inicié mis trabajos en la descripción cuantitativa de “texturas cristalográficas” y estudio de propiedades mecánicas en metales.

Estudiar las **texturas cristalográficas** implicaba describir cuantitativamente las orientaciones de los

granos cristalinos que componen el material macroscópico (el que nosotros usamos cotidianamente). Las orientaciones son consecuencia de la historia previa de tratamientos mecánicos y/o térmicos llevados a cabo con el material. Conocidas estas distribuciones de orientaciones, ellas se podían luego aplicar en modelos físicos que ayudan a la comprensión de problemas producto de la conexión entre el mundo micro y el macroscópico de un material: en mi caso, el comportamiento mecánico. El tema era muy interesante, contribuía a enlazar lo que ocurría en el mundo mecánico microscópico a nivel de los granos cristalinos (dislocaciones, inclusiones, orientación de granos cristalinos, bordes de granos, temas que conocía bas-



Dr Richard Penelle, Prof. Paul Lacombe y Dr. Marc Aucouturier (Lab. Métallurgie Physique, Univ. Paris XI, Orsay).

tante bien por mi anterior trabajo) con los mecanismos macroscópicos de deformación elástica y plástica de los metales, sin olvidar la interacción intergranular. O sea, se iba creciendo en la visión del problema desde lo microscópico, intentando, con la ayuda de modelos teóricos en ese momento cada vez más realistas, entender mejor los efectos a nivel macroscópico de la aplicación de las tensiones y deformaciones en materiales.

La textura cristalina de un material, como ya se expresó, no era obviamente al azar. Ella se podía analizar a través de una Función de Distribución de Orientaciones Cristalinas que se obtenía, en este caso, vía la determinación experimental de *Figuras de Polos* $\{hkl\}$ por difracción de Rayos X. Estas Figuras de Polos estaban asociadas al cociente entre dos términos: 1) las intensidades del haz de Rayos X que difractaban las diferentes familias de planos cristalinos $\{hkl\}$ de cada grano, considerando todas las orientaciones cristalográficas de la muestra. 2) las intensidades que correspondía a un haz incidente difractado por los planos $\{hkl\}$ de una muestra isotrópica del mismo material. Esta es la explicación simple y formal del método experimental. No voy a hacer referencia a los distintos problemas que se presentaban, la presentación se haría larguísima y aburrida para muchos.

Posteriormente, mediante un trabajo de cálculo muy cuidadoso y bastante pesado para las computadoras de esa época, los resultados obtenidos en las figuras de polos se podían representar a través de mapas de orientaciones cristalográficas definidas por los ángulos de rotación de Euler. Se tomaban entonces elementos de volúmenes de, por ejemplo, cinco grados por lado. El conjunto de los mismos describía todo el espacio de las rotaciones

de la muestra ($360^\circ \times 360^\circ \times 180^\circ$, por supuesto había que analizar las simetrías que aliviaban el cálculo). Cada uno de esos dominios guardaba asociada la fracción del volumen correspondiente a la orientación del material en estudio; estos datos se utilizaban luego en los cálculos de comportamiento mecánico macroscópico. Comentario: Una representación razonable de la Función Distribución en un material cúbico o hexagonal compacto (errores del orden del 10-12%) requerían la ob-

tención de por lo menos tres figuras de polos de diferentes índices $\{hkl\}$.

La asociación entre el conocimiento básico con las aplicaciones tecnológicas macroscópicas se encontraba cada día más interesante y de necesidad estratégica para el desarrollo industrial sostenible. En Francia, junto a Richard Penelle trabajamos en el marco de un contrato con la productora de Aluminio Pechiney, quizás actualmente la más importante a escala mundial.

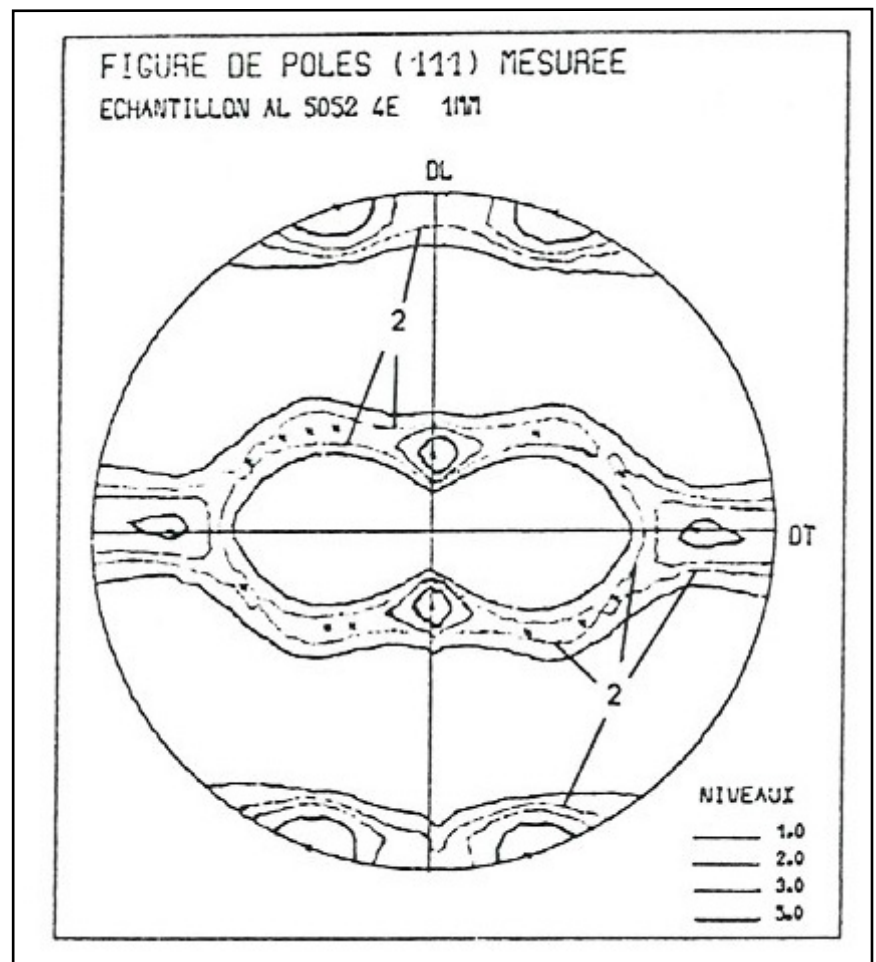


Figura de Polos experimental obtenida por el método transmisión-reflexión de Rayos X. Ella corresponde a una muestra de Aluminio 5052 laminado con sus planos $\{111\}$ en condiciones de difracción. Se indican los valores de las líneas de nivel de intensidad difractada. Las direcciones de proyección son DL (o dirección de laminado), DT (dirección transversal a la de laminado y contenida en el plano de la chapa y DN (Dirección normal a ambas y perpendicular al plano de la chapa).



Mesa examinadora en mi tesis Ing. Materiales, Univ. Paris XI, Orsay, Francia, 25-03-1981. De izq. a der.: Dr. Robert Cahn (Invitado, Brighton Univ., U.K.), yo, los Profesores De Fouquet (Univ. Poitiers, Fr), Lacombe (UP-XI, Orsay, Fr), Decours (CEA Saclay, Fr), Penelle (UP-XI, Orsay, Fr, Director de tesis) y Boutin (Dir. Centro Inv. Pechiney, Grenoble, Fr).

El tema era interesantísimo, alejado de lo nuclear sin duda pero de alta aplicación tecnológica: analizamos la formación de “orejas de embutido del material” en distintas direcciones respecto del porcentaje de laminación y eventualmente del tratamiento térmico para algunas aleaciones de Aluminio, en particular el Al 5052. Dicho en palabras más simples, intentábamos ayudar a obtener un recipiente cilíndrico con la constitución, en sus bordes, de la menor cantidad posible de “molestas orejas” o bien que estas sean lo más pequeñas posibles (economía de materiales y menores costos). El recipiente se obtenía a partir de una operación de transformación mecánica de una plancha circular de material metálico llamada “embutido profundo”. En nuestro caso, las orejas de embutido se podían encontrar en diferentes posiciones angulares

de la plancha deformada en función del tratamiento de laminación y del recocido a los que se sometían las placas de aluminio. En nuestro trabajo determinábamos las texturas cristalográficas de esos materiales, calculábamos la Función Distribución, luego intentábamos conocer el comportamiento mecánico del material utilizando los modelos teóricos existentes -en desarrollo en esa época- ayudando a comprender la formación del orejeado. Hermoso trabajo, que me permitió presentar el 23-3-1981 una Tesis de Doctorado en Ingeniería en la Facultad de París XI, Orsay, Francia [4].

Esto fue un motivo para empezar a analizar, en mis ratos libres del laboratorio, lo que pasaba a nivel mecánico en materiales de uso nuclear, como las aleaciones de circonio, de cuyo proceso de laminación

y tratamientos térmicos se obtenían los tubos contenedores del combustible nuclear. Este sería mi siguiente tema de interés y lo presentaré en el próximo capítulo.

En el plano humano, con Richard Penelle logramos desarrollar una excelente relación que iba más allá de la tarea cotidiana. Junto a él aprendí no solamente sobre texturas y comportamiento mecánico de sólidos, a lo largo de casi 15 años hicimos una buena cantidad de trabajos en forma conjunta; también recibí muy buenas lecciones sobre manejo de laboratorios, personal y gestión: otro Maestro. Quiero citar también a uno de los grandes colaboradores de Richard con quien compartimos muchas horas de trabajo y discusiones científico-técnicas, de amistad y de música de Piazzolla y Mercedes Sosa: el Dr. Michel Pernot, quien

luego se dedicó con singular éxito a la paleometalurgia y a las aleaciones de cobre.

Hasta casi fines de los años noventa se mantuvo un fuerte contacto con laboratorios y Universidades francesas en diversos temas. El Simposio Franco-Argentino sobre Ciencia de Materiales, realizado en Mar del Plata en Setiembre 1986 y organizado desde el lado argentino junto a los Dres. M. Mondino, M. Ipohorski, E. García y J. Ovejero, da cuenta de cuenta de ello.

Finalmente, mi especial recuerdo a cuatro amigos de esa época, quienes me brindaron mucho cariño: Aliko Kostakis y Javier Díaz y Díaz, una hermosa pareja griego-gallega formada en sus años de estudiantes parisinos, a quienes no dejo de visitar en mis viajes a Francia. Javier, ahora retirado, se transformó en un importante matemático especialista en grandes números. Aliko, en una excelente docente universitaria, ex-

perta en enseñanza de lenguas extranjeras y brillante persona. Otro gran amigo de esa época: Jacques Chambre, un argentino-francés dedicado a la microelectrónica con quien pasamos momentos lindísimos en París. Tampoco quiero olvidar a Marta Genre Berg, entrerriana, traductora y amiga.

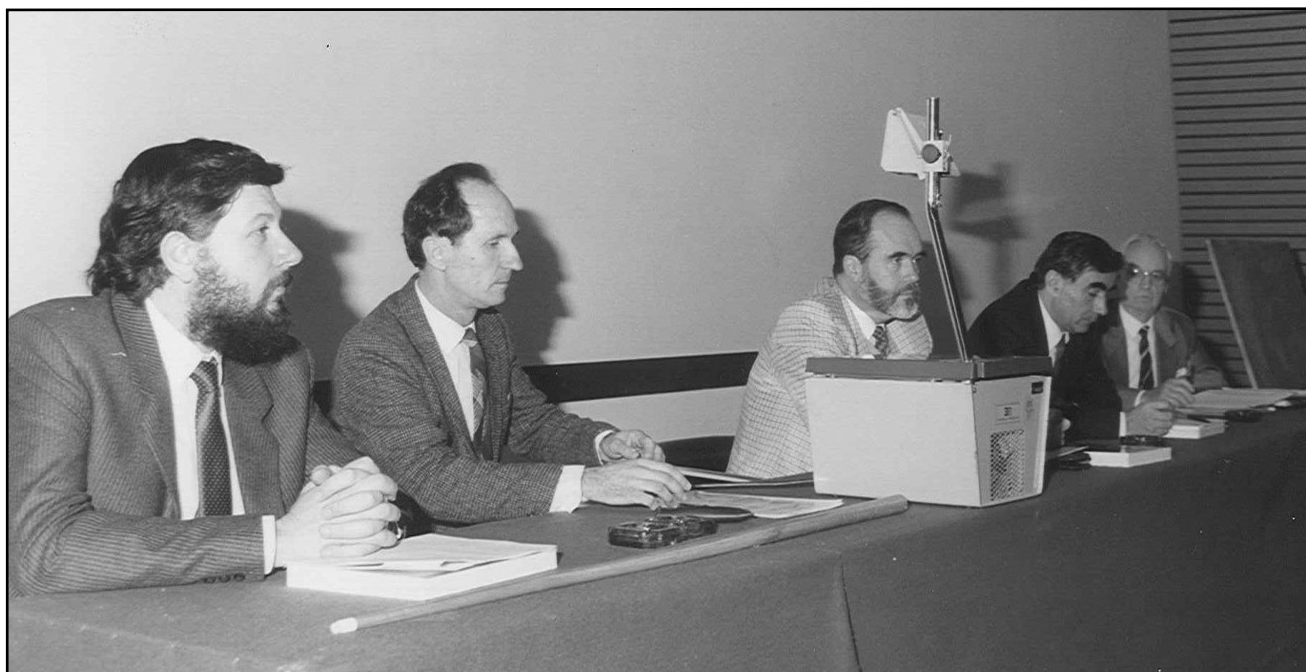
■ VUELTA A ARGENTINA (1982-1986)

Volví de Francia con un Doctorado en Ingeniería, motivado fundamentalmente por dos convencimientos: el primero, la necesidad de consolidarme en la realización de temas aplicados estudiándolos con fuertes conocimientos básicos; el segundo, dejar testimonio de lo hecho a la gente que nos continúa en la realización de los trabajos, facilitándoles la tarea. A mediados de 1981 comienza mi período argentino, ya junto a mi compañera y esposa Anne Le Brestec. En Buenos Aires comencé a trabajar sobre el comportamiento

mecánico de los materiales de estructura hexagonal compacta (hcp).

En 1984 volví a hacer una estadía en el laboratorio de Richard Penelle trabajando durante cuatro meses sobre el tema texturas del comportamiento mecánico de los materiales hcp, en particular aleaciones de circonio de importante utilización en los combustibles nucleares. La visión y el manejo de los conceptos ligados al "trío" microestructura-textura-propiedades mecánicas de materiales metálicos nos permitió también realizar otros trabajos en CNEA, incluyendo aceros y posicionarnos con una visión diferente y moderna del problema de los materiales.

Vuelvo a mis trabajos en el área de materiales nucleares: Las estructuras cristalinas de las aleaciones hexagonales compactas (hcp), como el circonio y sus aleaciones, eran mucho más complejas estructural y mecánicamente que las de aluminio, cobre y los aceros. Había varios



Apertura de la reunión Franco-Argentina sobre Ciencia de Materiales (1986). Junto a mí, de izq. a der: Dres. M. Ipohorski, G.Béranger (Univ. Compiegne), M.Mondino y P. Lacombe (Univ.Paris XI).

problemas a enfrentar. El primero: según la estructura cristalográfica del material existían distintos tipos de dislocaciones que producían el deslizamiento de capas atómicas, una sobre otra, generando estadísticamente un “deslizamiento” o “slip” asociado que llevaba a describir el tensor de deformaciones en los granos. Este fenómeno se puede describir bastante fácilmente en materiales de estructura cristalina cúbica de caras centradas por deslizamiento - de tipo $\{hkl\}\langle uvw \rangle$ (deslizamiento en planos $\{1,1,1\}$ en la dirección $\langle 1,-1,0 \rangle$ contenida en ese plano). La descripción se complica un poco en los materiales de estructura de cuerpo centrado (aceros ferríticos por ejemplo) y se hace de difícil interpretación en los materiales hcp (por ejemplo el circonio, titanio y

aleaciones), donde se pueden activar diferentes tipo de deslizamiento a diferentes niveles de tensiones y de temperaturas.

En estos materiales, considerando la geometría de la celda nos podíamos encontrar con:

- Deslizamiento sobre los planos prismáticos del hexágono en las direcciones tipo $\langle a \rangle$ o deslizamiento prismático $\{0001\} \langle 1,1,-2,0 \rangle$, mayoritario en todas estas aleaciones.

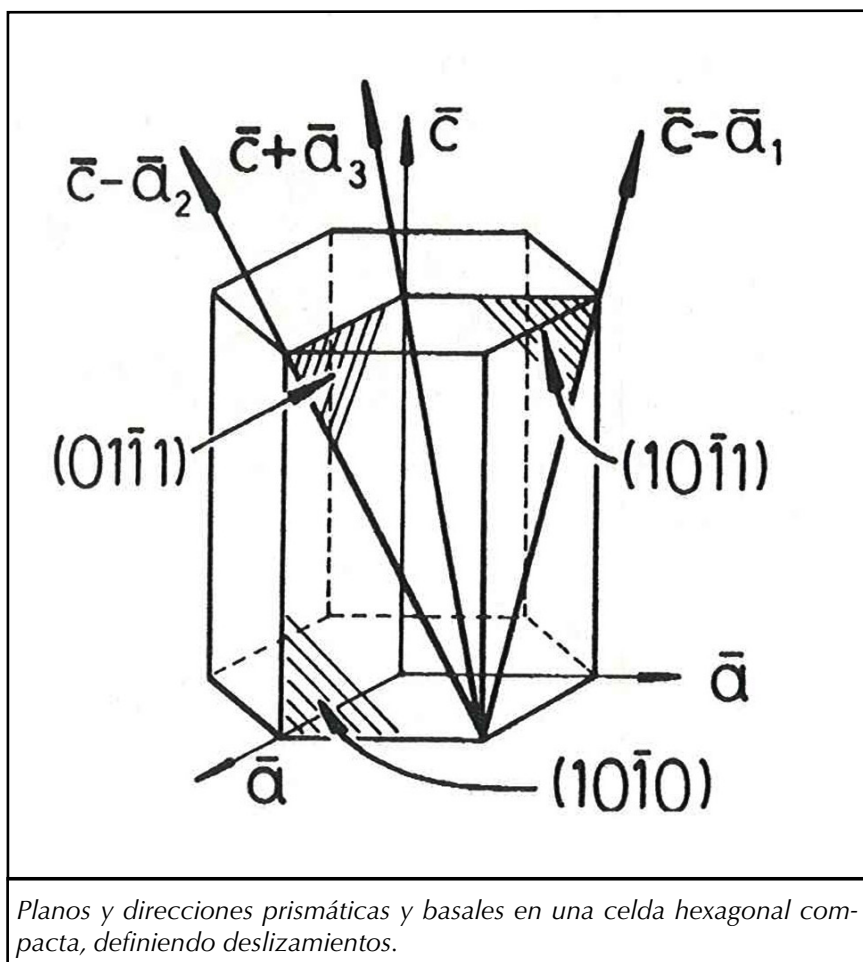
También podrían existir, en función de mayores tensiones y/o temperaturas, deslizamiento sobre:

- los planos piramidales del hexágono (generando las llamadas dislocaciones $\langle c+a \rangle$).

Las actividades de estas dislocaciones que acomodan las deformaciones según el eje $\langle c \rangle$ de los materiales, a temperaturas cercanas a la del ambiente eran mucho menores que las correspondientes a las prismáticas, lo que generaba materiales de alta anisotropía, típico de los procesos de laminado en Zr y Ti. En ciertos casos, en particular a temperaturas elevadas y tensiones relativamente bajas, se pueden activar mecanismos de trepado de dislocaciones o creep en la dirección $\langle c+a \rangle$. Es importante recordar que todos estos fenómenos dependen del tipo de deformación que debe sufrir el monocristal, de los niveles de tensiones y de temperatura a la que se realiza el proceso. Además, cuando se activa la deformación aparece la interacción entre las dislocaciones que se ponen en movimiento y las interacciones dislocaciones-defectos cristalinos, generando el mecanismo de endurecimiento del cristal (*hardening*).

Todavía hay que agregar otro problema a las aleaciones hexagonales como el circonio. Junto a las deformaciones por deslizamiento o *slip*, también se debe considerar (a temperaturas cercanas a la ambiente y producto de las tensiones existentes) la posibilidad de una rotación colectiva de átomos correspondientes a una región en el interior de un grano, llamada “maclado o *twinning*”. Estas rotaciones masivas ayudaban muchísimo a explicar las reorientaciones de las muestras, en particular las de sus ejes $\langle c \rangle$ a temperaturas cercanas a la del ambiente. Todos estos temas, complejizan la tarea de modelizar la deformación plástica de los materiales hcp.

Las componentes dislocaciones $\langle c \rangle$ en aleaciones deformadas de circonio y titanio son de difícil observación en TEM. En un dado momento, aprovechando la textura cristalográfica

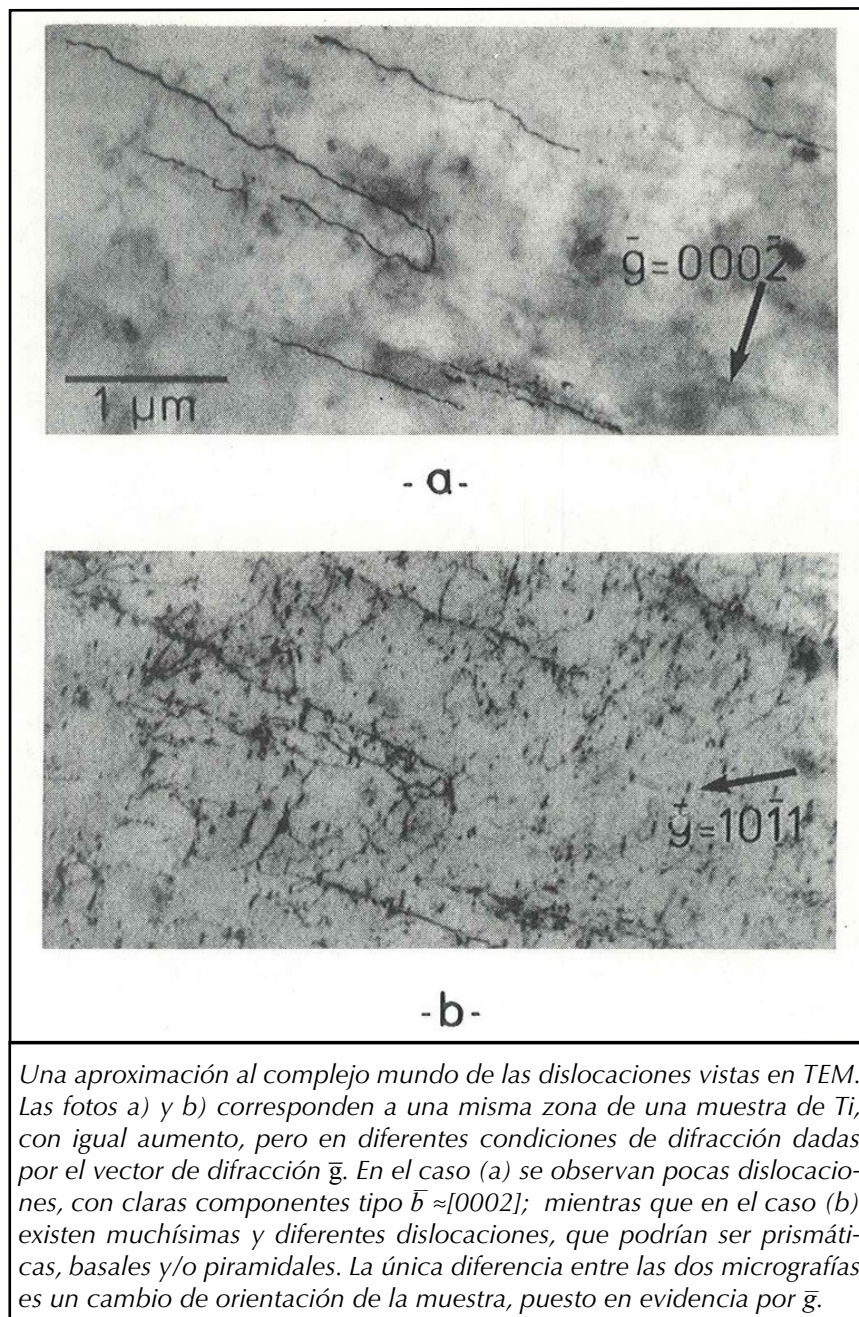


ca del material con que contábamos, realizamos un cuidadoso trabajo que puso en evidencia esas componentes de dislocaciones en titanio monocristalino deformado en compresión [5]. Utilizamos ese material por ser mecánicamente muy similar al circonio y también por tener la rara oportunidad de encontrarlo en estado monocristalino con la orientación ideal para realizar la experiencia.

Un comentario: Algunos de los mejores trabajos teóricos sobre la conexión micro-macromecánica de materiales de estructura hcp fueron realizados en *Los Alamos National Laboratory* por mis amigos rosarinos Carlos Tomé y Ricardo Lebensohn, joven brillante, primero Becario y luego colega de Carlos en Los Alamos. Con ellos tuve una importante interacción. Un detalle

divertido, inicialmente Ricardo Lebensohn era Becario CONICET de Tomé en la Universidad Nacional de Rosario. Al irse Carlos, primero a Canadá y luego a EE.UU., Ricardo quedó, hasta su partida a Los Alamos, como Becario mío en el CONICET [6].

Dirigí tres tesis doctorales: la primera fue de la Dra. Norma Míngolo; con ella trabajamos en los mecanismos de deformación en aceros inoxidables y de generación de texturas, resultados que muy fácilmente se podrían utilizar luego en aceros de uso nuclear [7-8]. Luego dirigí a la extraordinaria Dra. María Ortiz, que tan rápido nos dejó. Con ella nos dedicamos a analizar la anisotropía elástica de aleaciones hcp, en particular las de circonio, lo que dio lugar a una excelente tesis y a muy buenos trabajos consagrados al tema [9-10]. Mi tercer tesista fue la Dra. Paula Sánchez, con quien trabajamos mucho en mecanismos de deformación y generación de texturas en circonio a diferentes temperaturas, dando lugar a diversos trabajos internacionales además de su tesis doctoral [11-12]. A estas tres grandes satisfacciones, quiero sumar los trabajos realizados en Chile y Argentina al final de los años 80 y comienzo de la década siguiente con el Dr. Cristian Vial Edwards de la Pontificia Universidad de Santiago de Chile (anisotropía mecánica durante diferentes ensayos mecánicos) [13] y con el Dr. Augusto Peñaloza de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso [14]. Estas dos últimas tareas fueron realizadas en el marco del Programa Multinacional de Materiales para América Latina que dirigía el Dr. Eduardo Savino, otro de mis Maestros. Este Programa organizaba anualmente "Cursos sobre Materiales" que eran dedicados a Becarios argentinos y lati-



noamericanos que querían aprender Ciencia de Materiales. Estos se realizaban con el apoyo de la Organización de Estados Americanos (OEA) y de CNEA. En ellos colaboré inicialmente junto a Ipo en el dictado del Curso de Microscopía Electrónica en el período 1981-83, fui Profesor de la materia Texturas en el Seminario Postdoctoral del año 1994 y Profesor (en parte con el Dr. Héctor González) de Propiedades Mecánicas de Materiales en el Curso de Metalurgia y Transformación de Materiales entre los años 1985 y 1994.

■ PERÍODO COMPLICADO: TRABAJO Y DECISIONES (1986-1996).

En el año 1986 me transformé en Profesor Invitado del Laboratorio de Materiales de *l'Ecole Nationale d'Arts et Métiers* de París, que dirigía el Prof. Dr. Gérard Maeder y que, al

partir a la industria como Directivo de Renault, quedó bajo la supervisión del Dr. Jean Lou Lebrun. Esta tarea la cumplí durante 10 años, faltando a la cita en algunos de los años finales debido a las responsabilidades tomadas en Argentina. Fue una experiencia muy interesante y donde aprendí mucho sobre gestión académica e institucional. La Escuela es una institución cuyo edificio central ocupa una enorme manzana en París, en la zona de *Place d'Italie*. "*L'Ecole*", como se la llama cariñosamente, fue fundada por Napoleón III para formar ingenieros de alto nivel que dirigieran ramas de la industria. A ella ingresan anualmente unos 900 alumnos luego de haber aprobado un examen de ingreso o ciclo preparatorio, el cual representa dos años de preparación muy intensos. Aprobado el examen, reciben una Beca para sus estudios (esto es similar a lo que se realiza en CNEA en el

Instituto Balseiro en Bariloche junto a la UN Cuyo o en los Institutos Sabato en el Centro Atómico Constituyentes y en el de Tecnología Nuclear en el C.A. Ezeiza, ambos juntos a la UNSAM). Los alumnos becados cursan sus materias durante dos años en una red de establecimientos que la Escuela posee a lo largo y ancho de Francia y luego coinciden para realizar el último año en la sede de París, pudiendo elegir especialidades. Desde allí se supervisaban gran parte de sus trabajos finales. Mi tarea de Profesor invitado era muy interesante y me implicó viajar muchas veces al laboratorio de Materiales de la Escuela. Durante mi estadía, la actividad era intensa pues había siempre una veintena de estudiantes que se sumaban a los equipos de trabajo del laboratorio de Materiales de la Escuela y realizaban su trabajo final para obtener el título de Ingenieros (o sea, debíamos supervisarlos). En



Reunión de Coordinación del Programa de OEA en Buenos Aires: De izq. a der.; Dres. Eduardo Savino (expositor, CNEA-OEA), Daniel Malcolm (UNSAM), Representante del Ministerio de Educación, Ing. Martha Epelstein (CNEA), Dr. Jairo Torres (OEA) y yo.

general, casi todos los trabajos eran financiados por la industria. Si la tarea realizada era buena, muchas veces los estudiantes eran automáticamente tomados por las empresas. Excelente forma de selección de personal que a su vez generaba importantes demandas de los alumnos a sus docentes. Recuerdo también que yo aprovechaba muchísimo esos viajes para utilizar equipos y técnicas para mis trabajos que aquí no estaban disponibles. Mientras trabajaba con los estudiantes y daba algunas clases de propiedades mecánicas en *l'Ecole*, me inicié en el tema de las tensiones residuales en materiales (las cuales son grandes enemigas de la vida media de los mismos). Comencé a realizar trabajos en este tema, que asociaba la micro y macroestructura de materiales y los procesos aplicados a los mismos. Esta era la gran especialidad del laboratorio y lo hice junto al incansable Jean Lou Lebrun, gran

especialista de propiedades superficiales de metales y de sus comportamientos frente a diferentes requerimientos. Existen numerosos trabajos en conjunto, quiero destacar dos de ellos [15-16]. Quizás allí comienza a surgir en mí el interés por el "futuro" de los materiales.

Durante mis estadías en París, establecí una fuerte amistad con Jean Lou Lebrun y Gérard Maeder. Junto a Gérard y a su esposa Janine, hicimos un divertido recorrido en auto en el noroeste Argentino. Hoy Gérard, ya jubilado, sigue siendo violinista en la orquesta sinfónica de la Facultad de Orsay. Jean Lou se jubiló y se radicó en el interior de Bretaña (Francia). Junto a su esposa Lea han recuperado una construcción burguesa del siglo XVI, que en su momento pude constatar que estaba muy destruida. Con una gran dedicación por la tarea pública y el desarrollo social, Jean Lou se ha transformado en

Consejero del municipio de un bello pueblo bretón, Allaire, donde se ocupa activamente de las cuestiones educativas y culturales.

En octubre 1990 me fui a trabajar cinco meses en *l'Ecole* y también un mes en la Facultad de Paris XIII (Norte) junto a Brigitte Bacroix, una notable investigadora del CNRS, donde analizamos problemas de mecanismos de deformación plástica [17]. A fines de ese año se me presentó una oportunidad y también un gran problema: concursé un puesto de Profesor Titular en una nueva Universidad Francesa. Me presenté a ese concurso en un momento de mucha desazón pues durante mi estadía en el exterior se presentaron algunos problemas de infraestructura en mi oficina de CNEA (que incluía el robo de mi computadora de trabajo). Al regresar a Argentina, me enteré que había ganado el concurso. Debía dar mi respuesta. Por otra



En la cena de camaradería de la reunión sobre Tensiones Residuales en Tokushima (Japón) junto a Jean Lou Lebrun. Se ha cortado la foto y aproximado al Dr. Gérard Maeder.

parte, en ese momento se producía la renuncia del Gerente de Desarrollo, el Ing. Alfredo Hey, un excelente tecnólogo y conocedor de los aceros y de sus procesos de transformación. El entonces Director de Investigación y Desarrollo de CNEA, Dr. Eduardo Savino, me ofreció el cargo. Momento complicado: no sabía si renunciar e irme a Francia o asumir la Gerencia de Desarrollo. Dos personas me ayudaron a tomar la decisión. Por una parte mi esposa Anne, quien con debida razón me planteaba que después de más de 10 años en el país, estaba reconocida en el sistema de enseñanza franco-argentino. Volver a recomenzar sus actividades en otro país siempre es duro. Lo sabía por su experiencia en Salamanca (España) y en Argentina. Para ella, la perspectiva no era interesante. La otra persona: mi amigo el Dr. Gérard Maeder me decía: “ya cumpliste cuarenta años, tenés una oportunidad impresionante para llevar adelante un montón de tareas nuevas, hay en CNEA directivos que definís como muy buenos, conocés mucha gente que te va a ayudar a crecer. Conozco a muchos de ellos. ¿Que vas a hacer? ¿Venir a Francia a pelear por un subsidio o algún contrato?” Tomé la decisión y resultó ser muy buena: me quedé en Argentina. Estoy muy contento de la tarea realizada tanto en la CNEA a partir de marzo de 1991, como luego en la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM). Esta era una Universidad que se creaba en el conurbano bonaerense (con sus cosas buenas y sus dificultades). Ayudé primero en su puesta en marcha (años 1993-94) y luego en su crecimiento como Decano de Posgrado y otros cargos (a partir de 1995). Paradojas del destino: Había renunciado a aceptar un puesto universitario en Francia, me quedé en Argentina, y con el tiempo me transformé en un Universitario.

■ MIS AÑOS EN TAREAS DE CONDUCCION EN CNEA (1991-1998)

Vuelvo un poquitín hacia atrás. En mayo de 1991 asumí como Gerente de Desarrollo de CNEA. Fueron años de una gran ayuda para mi crecimiento técnico y también humano. Si bien no había mucho dinero, crecimos a través de nuevas oportunidades de trabajo, con la actividad constante que se realizaba hacia las Centrales Nucleares y las otras industrias del sector. También desarrollamos nuevas propuestas con una buena impronta de investigación tecnológica, trabajamos con gente nueva, contribuyendo muchas veces a su formación. Un desafío importante que duró algo más de cuatro años.

Algunos temas de mi gestión me vienen rápidamente a la memoria:

- Tareas realizadas creando y dirigiendo al grupo de apoyo a la Fábrica de Aleaciones Especiales S.A. (FAESA), la cual era una asociación de CNEA con la empresa Pérez Companc. Este grupo tuvo como objetivo intentar mejorar la calidad de la producción, incluyendo el tratamiento térmico de los tubos de la aleación de zircalloy-4 (Zrly4) para los combustibles de las centrales. Se formó un excelente grupo de trabajo entre la empresa y nosotros. Parte de la experiencia ganada se aplicó luego a tubos de titanio para utilización en la química industrial. Hubo importantes trabajos realizados en temas de producción por laminación realizados por: el Ing. Alfredo Hey, quien era la persona experta en el grupo y con quien aprendí mucho sobre lo que es la Ingeniería y la producción industrial; la Lic. María Isabel González, extraordinaria especialista en Zrly, que lamentable-

mente falleció muy joven; el Ing. Osvaldo Lanzós, gran conocedor de los procesos de laminación y excelente persona. En estos temas todos admirábamos las tareas que habían realizado, entre otros tecnólogos muy destacados, el Ing. Juan Carlos Almagro y el Dr. David Banchik. Fui Vicepresidente de FAESA durante el período 1998-99.

- Hubo un interesante crecimiento de otras actividades, en particular de los Ensayos no Destructivos, las tareas de Instrumentación y Control y los trabajos del Departamento Materiales. Aquí es imposible olvidar las tareas llevadas a cabo por el Ing. César Belinco (muy joven en esa época), el Ing. Jorge Sinderman, el Dr. Raúl Versaci y los equipos humanos que los acompañaban. Junto a ellos, nuestra Gerencia profundizó sus trabajos con las Centrales Nucleares de Atucha y de Embalse y también en numerosos proyectos nucleares. Esto fue muy productivo para el sector.
- Nos presentamos y ganamos proyectos nacionales e internacionales para la realización de trabajos y la compra de equipamiento. Siempre apoyados por Dr. Eduardo Savino, reforzamos también la formación externa de investigadores-tecnólogos en la Gerencia. Logramos convenios con los que pudimos enviar jóvenes profesionales a realizar estadías en lugares de buen nivel como el *Commissariat d'Energie Atomique* (CEA) de Francia y otros en *Atomic Energy of Canada Limited* (AECL) en Canadá.
- Una historia que ahora encuentro divertida, digna de contar: mis momentos iniciales como Gerente de Desarrollo coincidieron con el comienzo de la implantación masiva de las computadoras personales.

Era imposible en CNEA dar inicialmente a cada investigador una computadora. Dos motivos fundamentales: stock en el mercado y precio. Era tanta la conmoción y discusiones que provocó la posible distribución de computadoras que determiné inicialmente dar un equipo por división de trabajo y generar un orden de prioridad para las futuras máquinas que llegaran. Fueron muchas horas de trabajo y reuniones dedicadas a distribuir las computadoras con la mayor equidad posible. Momentos de tensión pues cada uno quería su computadora. Todo se solucionó en un período de tiempo razonablemente corto.

- Otra lucha fue dar continuidad a las estadías y cursos de estudiantes que realizaban estudios y desarrollos supervisados en el Departamento Materiales. Para ello existía un Proyecto de la Organización de Estados Americanos (OEA), que se estaba acabando después de casi veinte años. Fue sin duda alguna uno de los puntos claves de mi vida, se estaba generando un momento bisagra. Corría el año 1993, junto a Eduardo Savino y otra gente pensamos que era necesario buscar continuidad para la enorme tarea de formación de recursos humanos que hasta el momento se venía realizando con fuerte reconocimiento de la CNEA, de la OEA y de las Universidades y Empresas que recibían a los graduados. Salí a buscar apoyo, ardua tarea con poco éxito. Fuera de la CNEA, los organismos externos reconocían que los cursos y estadías para estudiantes eran una actividad muy bien organizada y desarrollada por el Laboratorio de Materiales; pero en ese momento esa actividad intentaba para su continuidad asociarse a una universidad. Todas querían negociar un convenio de cooperación (académico y económico) pero en forma muy desigual,

inaceptable para nosotros. Fue cuando apareció la Universidad de San Martín. Esto merece un punto y aparte.

■ EL INSTITUTO SABATO. ¿CÓMO NACIÓ?

Una tarde de 1993, hablando de recursos humanos, el Ing. Hey me advierte que se ha creado una Universidad Nacional en San Martín, a pasos de la CNEA. Los dos nos miramos y dijimos: "es la oportunidad". Respetuoso de la jerarquía, hablé del tema con mis superiores: Eduardo Savino (Director de Investigación y Desarrollo) y Manuel Mondino (Presidente de CNEA), quienes me dieron el Ok para avanzar con el tema, siempre y cuando se desarrollase una organización similar al Instituto Balseiro de Bariloche de esa época (nosotros poníamos equipamiento y capacidad humana y la Universidad contribuía con el pago de profesores y gastos de infraestructura). Un poco de historia: primer problema: ¿quién era el Rector organizador de la Universidad? No lo sabíamos. Nuestro administrador del CAC, el Lic. Ricardo Addis, nos ayudó a contactarlo a través de sus conocidos políticos. El primer encuentro fue de aproximación y un almuerzo de los tres en el Centro Atómico. Recuerdo que el Dr. Daniel Malcolm (en esa época Rector Organizador de UNSAM) quedó muy entusiasmado por el proyecto que se le transmitió y me preguntó en ese mismo almuerzo, donde estaba el Acta Acuerdo a firmar. No olvido que le dije: "Daniel, las cosas no son tan fáciles en CNEA". Había un circuito administrativo a recorrer y también una contraparte que UNSAM debía asegurar. Pero recuerdo que le dije: "vayamos adelante!"

Al día siguiente, junto a un convencido Eduardo Savino fui a la Presidencia de CNEA a contar lo ocurrido y todavía no olvido a Ma-

nolo Mondino señalándome con el dedo índice y diciéndome con su voz medio ronca: "Poche, esto no puede fallar!" Me acuerdo que mi decidida respuesta fue: "No va a fallar!" y a media voz agregué: "Te hemos fallado alguna vez?". Nos miramos los tres, se hizo un silencio, nos conocíamos de muchos años y terminamos todos sonriendo. "Dale, hace bien las cosas", fue el último consejo al respecto del Presidente de CNEA. En realidad, me fui muy preocupado, pues no tenía muy claro si estarían disponibles facilidades y dinero para la puesta en marcha de lo que sería el futuro Instituto Sabato (el nombre fue inmediato). Pero ya estábamos en el juego y no se podía abandonar. Debo reconocer que tanto el dinero como la infraestructura aparecieron.

Al equipo de trabajo se sumaron dos grandes personas: la Dra Alicia Sarce y el Lic. Luis Quesada, con quienes realizamos una enorme tarea. Una, con los representantes de las "fuerzas vivas" de San Martín que conformaban la Fundación creadora de la Universidad. Querían que UNSAM dictara carreras tradicionales, las que -yo les decía- se podían encontrar, y de muy buen nivel, cruzando la Av. General Paz. Nosotros los convencimos (creo, ¡a lo mejor los cansamos!) que, apostando por el funcionamiento de un Instituto como el Sabato, estábamos llevando adelante un gran desafío para el desarrollo de un país futuro. "Necesitamos Universidades con una fuerte componente de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Conocimientos" repetíamos en todo momento. También tuvimos que convencer a muchos de nuestros profesionales de la CNEA de entonces, que no entendían por qué nos asociábamos a una Universidad que nacía y no a una tradicional como la UBA (con la cual nunca pudimos llegar a un acuerdo y hasta tuvimos

situaciones complicadas). Fueron largas discusiones. Finalmente nació el Sabato y el Dr. Rodolfo Galvele fue su primer y gran Director. Yo volví a mis funciones de Gerente.

■ ¡VOLVAMOS A CNEA!

En el año 1996, se produjo un cambio de autoridades en CNEA producto de “la reacción del Dr. Mondino en el Gabinete de la Nación”, según lo expresado por los diarios de la época, que yo juzgo muy correcta. Ante los dichos del Ministro de Economía Domingo Cavallo de mandar a los científicos y tecnólogos a “lavar los platos”, el Dr. Mondino reaccionó airadamente. La consecuencia fue su salida de la Presidencia de CNEA. Se produjeron cambios, durante los cuales los Centros Atómicos se transformaron en receptores de Áreas de Investigación y Desarrollo. Esta idea de transversalidad se desarrolló posteriormente de mejor forma, durante el mandato del Lic. Eduardo Santos como Presidente de la Institución, quien además realizó importantes esfuerzos para asegurar la continuidad de tareas en CNEA. Durante ese tiempo, y por un período de un poco más de dos años, ocupé el cargo de Coordinador Científico-Técnico del Centro Atómico Constituyentes o CAC. El Director del Centro era un viejo conocido que formó parte del equipo Savino: el Dr. Miguel Angel Audero. Estas funciones me llevaron a encontrarme con nuevos y brillantes investigadores. Mi recuerdo para los Dres Miguel A. Blesa,⁷ Daniel Cicerone, Alberto Maroto (ya fallecido), Laura Dawidowski y otras personas con las cuales trabajé diferentes temas relativos a las actividades del CAC en su momento. Son muchas y no puedo seguir enumerándolas, solo decirles muchas gracias y que me perdonen aquellos que he olvidado.

En el período del Dr. Audero al frente del CAC el Centro incrementó sus tareas ligadas a las Centrales Nucleares de Potencia y también se comenzó a pensar en el desarrollo de nuevos conocimientos para nuestra gente, particularmente las nuevas generaciones de CNEA. Durante tres años consecutivos organizamos Escuelas Temáticas Intensivas. Ellas duraban una semana, concurrían del orden de 80-90 profesionales y contábamos con la presencia de expertos nacionales e internacionales. Esto se realizaba con la colaboración del Polo Tecnológico Constituyentes, diversas Agregadurías Culturales de Embajadas, Instituciones Especializadas y la Universidad de San Martín, entre otras. Estas Escuelas se dedicaron a Superficies (año 1997), Estudios Ambientales (1998) y Estudios Energéticos (1999).

Otra actividad interesante que nos llevó tiempo pero que fue muy útil: Convencidos de la necesidad de reflejar todas las actividades que se realizaban en el Centro Atómico Constituyentes y dada su magnitud, se decidió recopilar la información científico-tecnológica que allí se realizaba. Esto se transformó en el libro-manual: “Informe de actividades Científico-Tecnológicas del CAC (año 1996/7)” que puso de manifiesto la participación de nuestros profesionales y técnicos en las distintas tareas que se realizaban y facilitó una mayor integración de la gente en las actividades del Centro. Quiero destacar la importante colaboración del Ing. Pascual Fernando Aguirre para la realización de estas tareas y de las Escuelas Temáticas ya citadas.

No todas las actividades realizadas tuvieron resultados favorables, hay que contabilizar algunas tareas en las que participé que no se lograron consolidar favorablemente:

La mejora del trabajo interinstitucional: Se avanzó formando el Polo Tecnológico Constituyentes y luego la S.A. entre CNEA, CITEFA, UNSAM e INTI, de la cual fui miembro de su Directorio. A fin de aprovechar mejor las facilidades humanas y experimentales se realizaron interesantes intentos de acercamiento interinstitucional. Yo estimo que, globalmente, no se pudo avanzar a fondo por dos motivos. Uno, la dependencia de las Instituciones citadas de diferentes sectores del Estado Nacional, lo que muchas veces dificultaba la toma de decisiones. Otro, la existencia de culturas de trabajo muy diferentes entre las Instituciones, que a veces complicaban la realización de una tarea.

Proyecto Materia: Fue el trabajo de un grupo de científicos y tecnólogos que se organizaron para apoyar reuniones y congresos de materiales a nivel latinoamericano. El Proyecto también intentó actuar como red de investigación compuesta por laboratorios de diferentes países. Fue una propuesta novedosa en América Latina a mediados de los años 1990; creo que 10 o 15 años después hubiera sido muy exitosa. Hubo un trabajo muy importante del Dr. Pablo Emilio Valadao de Miranda (Brasil) y de su equipo, al origen de la red; del Dr. Marc Aucouturier (Francia), debo decir que en su momento el gobierno francés se interesó y apoyó fuertemente la propuesta; del Dr. Aldo Craievich (Brasil-Argentina); de los Dres Roberto Pascual (Argentina), Roberto Feugeas (U.N.Rosario), Alberto Caneiro⁸ (C.A.B.), Ariel Moreno (Uruguay), la Dra Mariana Staia (Venezuela) y de otros más que lamentablemente estoy olvidando. Varios de nosotros, aprovechamos la reunión de la Asociación Física Argentina de 2019 en Santa Fe para recordar otros tiempos.



Última foto del grupo original del Notimat, realizada en una reunión de la A.F.A. en Santa Fe (Arg) en 2019. Participan de izq. a der.: M. Aucouturier (Fr), A. Craievich (Br), P.E. Valadao de Miranda (Br), Ariel Moreno (Ur), J. Feugeas (Arg) y yo.

■ UNSAM (1995-2025)

Estando en mi oficina de CNEA, una tarde de 1995 viene el Dr. Daniel Malcolm a visitarme. En ese momento Daniel era el Rector de UNSAM. Me pregunta que estaba haciendo y le conté sobre mis tareas e inmediatamente me dijo “creo que te sobra tiempo para ocuparte de la Escuela de Posgrado de la Universidad. Te va a implicar un par de horas diarias y algún sábado a la tarde deberás leer algún informe, no mucho más”. Acepté, me parecía una actividad interesante. En cuanto a la dedicación no fue verdad: me tomó tiempo, me transformé en un investigador *part-time* en CNEA. Debo reconocer que, además de conocer gente maravillosa con tareas interesantísimas, he vivido en UNSAM el período de mi vida donde más crecí como persona y como trabajador de la Ciencia y Tecnología. Gracias Daniel Malcolm.

La idea de la UNSAM fue muy inteligente al aprovechar, además de la creación del Instituto Sabato, la oportunidad de poner en marcha varias carreras de posgrado exitosas en el marco de la relación Universidad-Polo Tecnológico Constituyentes: las Maestrías en Calidad Industrial, en Control de Plagas, en Contaminación Ambiental y Toxicología y en Transformación de Plásticos. Este acierto de UNSAM, además de las carreras de posgrado, se incrementó con la cantidad de docentes altamente calificados provenientes de las Instituciones vecinas, fundamentalmente CNEA, quienes inicialmente impulsaron la Escuela de Ciencia y Tecnología de la Universidad.

La evolución del Posgrado fue muy rápida. Comenzamos activando el diseño de tres carreras propuestas por el Dr. Antonio Donini (Maestrías en Ciencias Ambientales, en Gestión Educativa y en Ciencias de la Fami-

lia). Rápidamente nos dimos cuenta que la única forma de hacerlas crecer era trasladándolas al Centro de Buenos Aires; a los alumnos les iba a ser mucho más fácil cursar en Capital que viajar hasta San Martín para regresar a las 22hs a sus hogares (custodiados por la Policía local en el tramo Universidad-Ruta 8 para los que utilizaban ómnibus o en el de la Universidad-Estación ferroviaria). Quiero agradecer a las personas que trabajaron muchísimo detrás de los proyectos, particularmente a la Dra. Ana Cambours de Donini y al Lic. Alberto Morán. A esto se suma la invalorable contribución de la Dra. Graciela Di Marco, miembro del Consejo de Escuela de Posgrado en aquel momento, interlocutora válida cuando se me presentaban problemas y dudas. Tampoco no quiero dejar de citar el apoyo de la Dra. Mónica Pini a los trabajos asociados al desarrollo de las Ciencias de la Educación en nuestra Escuela.

Imposible olvidar las Especializaciones y Maestrías dictadas con gran éxito por el Centro de Investigación Técnica de las Fuerzas Armadas (CITEFA, hoy CITEDEF): Gestión de Plagas, dirigidas por el Dr. Eduardo Zerba⁹ y la de Contaminación Ambiental y su Riesgo Toxicológico conducidas por el Dr. José A. Castro¹⁰, estas últimas continuadas actualmente por el Dr. Gerardo Daniel Castro. En el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) comenzó el dictado de la Maestría en Calidad Industrial dirigida por el Dr. Joaquín Valdés, base del posterior Instituto de Calidad Industrial y la Maestría en Transformación de Plásticos. Estas carreras eran dictadas en las aulas de las instituciones que las generaban, facilitando el acceso a sus laboratorios bien equipados (uno de los aciertos estratégicos de UNSAM). Se logró reunir un interesante alumnado.

En función de las muy buenas acreditaciones que obteníamos en

CONEAU abrimos otras carreras y ayudamos a diferentes sectores de la Universidad a abrir sus propias actividades de posgrado. Citemos como ejemplo el apoyo a la puesta en marcha en la Escuela de Política y Gobierno de la maestría que en ese momento creó el Dr. Marcelo Cavarozzi con su equipo junto a la Universidad de Georgetown (EE. UU.); el ordenamiento y la acreditación de las Maestrías del Instituto de Altos Estudios Sociales (IDAES) que se unió a la Universidad y que en ese momento dirigía el Dr. José Nun; la creación del Doctorado en Microbiología Molecular del Instituto de Microbiología, tarea en la que apoyamos al Dr. Juan José Cazzulo.¹¹ Otra acción importante de nuestra Escuela de Posgrado fue la creación del Doctorado en Química, categorizado desde su inicio como A por CONEAU y cuyo Director fue el Dr. Miguel A. Blesa. Este Doctorado unía esfuerzos de investigadores-docentes de nuestra universidad y de la CNEA, CITEFA e INTI.

Todo esto se hizo con el apoyo administrativo de un pequeño grupo de personas eficientes. Quiero recordar el trabajo inicial de Betty Montes de Oca, Ruth Malcolm y Raúl Dagradi; el de los Secretarios Académicos, en particular del Lic. Gustavo Pessagno, del Dr. Roberto Pascual (actualmente radicado en Canadá) y de la Dra. Cristina Pérez Coll. Tuvimos el impresionante trabajo de nuestra querida amiga Nora Sorcaburu, de quien todos recordamos su extraordinario carácter y su vocación por las tareas que enfrentaba. Nora fue el alma mater de todas nuestras presentaciones a CONEAU (presentación de Carreras y Evaluaciones). Parte de esta gente se encuentra en la figura siguiente, la cual corresponde a uno de los primeros aniversarios del ingreso en el depósito ferroviario de Miguelete y en el cual la Escuela de Posgrado donó y plantó simbólicamente una docena de árboles.

En la foto siguiente aparezco junto al Vicerector (Dr. Agustín Pieroni)



Algunos miembros del equipo que gestionó la Escuela de Posgrado (a mi izq. R. Pascual, C. Luzuriaga, R. Malcolm, R. Dagradi, B. Montes de Oca " y ese gran compañero y amigo que fue el Lic. Luis Quesada.

y el Rector (Dr. Daniel Malcolm) de UNSAM.

Mención aparte para el equipo económico manejado por Pablo Aued que debía enfrentar el mayor problema de la Escuela de Posgrado: el presupuesto. Mucha gente de la Universidad creía que dictar Posgrados era una cuestión de tener un aula, pizarrón, tiza (en realidad ahora sería un proyector) y muchos alumnos que pagaran y dejaran dineros en las arcas de la Escuela. No era así. Además de los gastos asociados al funcionamiento académico de los cursos, debíamos crear en las carreras grupos asociados de trabajo e investigación. En nuestro caso, había carreras que necesitaban trabajos de laboratorio y salidas en campaña, lo que implicaba importantes gastos de funcionamiento, compras de equipamiento y bienes de uso. Todo eso costaba dinero, dura lucha que además ayudó a nuestra exitosa calificación de las carreras lograda ante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Una ayuda que encontramos con el Consejo de nuestra Escuela para recaudar más fondos fue abrir un ciclo de formación en Inglés, que inclusive podía desarrollar cursos de posgrado. La Dra. Gabriela Leighton llevó a cabo este proyecto. Ubicado en pleno centro de San Martín, fue un éxito.

Cuando comenzamos a observar una importante tasa de abandono estudiantil en las Maestrías, logramos realizar una tarea que ayudó a revertir este problema. A muchos alumnos se les volvía difícil realizar sus tesis por las tareas cotidianas que realizaban. Se les hacían muy largas, muchas veces había que acotar los temas (eran muy amplios, ¡parecían propuestas a desarrollar de por vida!). El buen trabajo realizado en el período de adquisición de conocimientos se perdía por el abandono



Después de plantar árboles en el predio del tornavías de Miguelete, junto al Vicerrector Dr. Agustín Pieroni y el Rector Dr. Daniel Malcolm.

de la carrera, dado el tropiezo que significaba la tesis. Para intentar remediar el problema empezamos a incluir en el Plan de estudios talleres de Tesis de Maestría y avanzamos hacia su re-dimensionamiento, proponiendo tareas más puntuales para los temas elegidos. Por otra parte, decidimos abrir junto a cada Maestría la posibilidad de una formación más tecnológica, como lo fueron las carreras de Especialización. El plan de estudios permitía al alumno, durante el segundo año de la carrera elegir una u otra posibilidad (Maestría o Especialización). Ello incrementó la cantidad de alumnos y la tasa de graduación a niveles interesantes. Fueron realmente decisiones acertadas.

Otro tema que ayudó muchísimo a nuestro desarrollo como Escuela de Posgrado fue la comunicación interna: una tarea que estimábamos fundamental con el Consejo de Es-

cuela. No sólo teníamos las periódicas reuniones del Consejo, sino que también nos reuníamos un par de veces al año con toda la gente que conformaba la Escuela. Estas reuniones brindaban muchísima información sobre nuestras actividades y eran el punto de partida de discusiones sobre nuestra evolución y sobre las apuestas al futuro. Esta comunicación directa con el personal y los alumnos fue muy útil en el momento que se decidió reformatear la Escuela de Posgrado.

En el ínterin se produjo el primer cambio de Rector en la Universidad: el Dr. Carlos Ruta (Rector de 2006 a 2017) reemplazó al Dr. Daniel Malcolm (quien fue de 1993-97 Rector Organizador y de 1997 a 2006 Rector por Asamblea). La gestión de Carlos Ruta continuó con el importante crecimiento académico en diferentes áreas y con el desarrollo integral del campus universitario (o

Campus Miguelete). La Universidad seguía avanzando.

Sin aburrir, también quisiera comentar mi colaboración en otras tareas que hacían al desarrollo de la Universidad. La más importante, quizás, fue la escritura del primer Estatuto de la Universidad junto al entonces Vicerrector, el Dr. Agustín Pieroni, al Dr. Andrés Kreiner¹² y al Lic. Luis Quesada. Su aprobación tuvo una importante discusión pues, dentro del juego democrático, el Dr. Kreiner presentó sus disidencias en la Asamblea aprobatoria y esto llevó a la revisión de varios artículos. Otra actividad que no quisiera olvidar fueron las tareas de enlace entre autoridades de CNEA y de UNSAM que realicé varias veces. Una de las más importantes fue acercar al entonces Presidente de CNEA, el Dr. José Abriata, con el Rector de UNSAM, el Dr. Carlos Ruta. Esto generó una importante reunión en el Centro Atómico Ezeiza (2006), en la cual tuvo su origen el Instituto Beninson, que la Lic. Carla Notari¹³ llevó adelante en forma excelente desde ese momento.

■ LA CREACION DEL 3IA (INSTITUTO DE INVESTIGACION E INGENIERIA AMBIENTAL)

En la Universidad y también en nuestros evaluadores externos, se observó con agrado el éxito de muchas carreras de Posgrado. Se consideró entonces que sería muy positivo para la Universidad poder trasladar estas carreras a las Escuelas temáticas correspondientes (las que se encontraban en pleno desarrollo). Esto implicaría la existencia de las carreras de Posgrado en un medio más natural y también, en algunos casos, el apoyo a las Escuelas de UNSAM con la llegada de excelentes investigadores-docentes. También significaba un reformateo de la Escuela de Posgrado. Quedaba por

ver cómo reacomodaríamos algunas de nuestras propias carreras cuyos contenidos no coincidían con los de las Escuelas existentes; por ejemplo, las carreras que se iniciaron en CITEFA, el Doctorado en Química, la Especialización para el Petróleo, etc., todas calificadas con A por CONEAU. También debíamos proponer hacia donde íbamos a evolucionar con ellas dentro de la Universidad. Luego de largas y a veces fuertes discusiones en el Rectorado y con los docentes-investigadores de la Escuela, se concretó la partida de las áreas Educativas y Sociales, en gran parte hacia la Escuela de Humanidades. Toda la actividad, fundamentalmente aquella ligada a problemas ambientales quedaba en el viejo Posgrado, Escuela que se cerraba y se transformaba en el Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) con apoyo del Rectorado. Sus actividades se iniciaron durante el año 2008.

El nuevo Instituto era pequeño en ese momento, pero no nos quedamos quietos y creció rápidamente. Todos los investigadores-docentes que quedaron en el 3iA brindaron un fuerte apoyo a su desarrollo. Gracias a la amistad con el Dr. Antonio Gagliardini, quien asesoraba a la Comisión Nacional de Asuntos Espaciales (CONAE) y al CONICET, realizamos una importante y excelente operación. Por su intermedio logramos sumar, casi al final del ciclo de la Escuela y comienzos del 3iA, al equipo de la Dra. Patricia Kandus, especialista en humedales, quien en ese momento trabajaba en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA y buscaba nuevos horizontes. La incorporación de este grupo fue muy importante para nosotros. Recuerdo que con ellos y expertos de la región de Córdoba organizamos una importante reunión nacional sobre el uso de las imágenes satelitales en el manejo de las

tierras y la producción. Fue una excelente carta de presentación. Todo esto facilitó la posterior llegada al 3iA de nuevos investigadores y sus grupos: el Dr. Rubén Darío Quintana, especialista en biodiversidad; la Dra. Gabriela Mataloni, de largo trabajo en la Antártida y luego en la turba patagónica; el Dr. Aníbal Carbajo, especialista en Chagas y otros vectores infecciosos, y sigue la lista... y seguramente algunos olvidos, ¡mil perdones! Gran parte de los investigadores llegó desde la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA con gente de su equipo y tesis de CONICET. Hubo también algunos pases de la Escuela de Ciencia y Tecnología al 3iA. En poco tiempo, el 3iA se había transformado en un sitio especializado en el control del manejo del agua, la biodiversidad de humedales, imágenes satelitales aplicadas a estos temas, predicción de evolución de vectores, insectos e inmunología, etc. En ese momento faltaba desarrollar “la pata” tecnológica del Instituto: dar más peso al estudio y a la resolución de los problemas de la interacción de la industria y producción con el medioambiente, que creo es fundamental para nuestro tiempo.

La componente tecnológica del 3iA se fue construyendo rápidamente con la puesta en marcha de la carrera de Ingeniería Ambiental, actividad necesaria y de punta en el país. Fue una ardua tarea, donde participó mucha gente del Instituto y de otras Instituciones y sectores industriales del país. Quiero destacar las contribuciones realizadas por el Dr. Miguel Blesa y el Ing. Darío Gómez. La aprobación interna y por parte de CONEAU de la carrera representó el trabajo de mucha gente, a todos ellos mi agradecimiento. Hoy día esta carrera es una de las ingenierías que más alumnos recibe en UNSAM y también con una muy buena relación graduados/ingresantes.

Durante mi tiempo al frente del 3iA alenté el acercamiento a la dirección de actividades a gente de la llamada "generación intermedia". Hubo importantes llegadas, una fue la del Dr. Daniel Cicerone, quien puso en marcha tareas experimentales junto a alumnos, entre otras la medición y control de contaminantes en el arroyo Medrano y las salidas en barco al Río de la Plata para estudiar sus costas. Comenzó haciéndolo junto a los alumnos de los posgrados de Gestión Ambiental en el período final de la Escuela. Daniel es Coordinador del Doctorado en Química. El Dr. Daniel Gerardo Castro tomó el manejo del área de Toxicología, desplegando una interesantísima tarea de Educación a Distancia; luego sería el Secretario Académico del 3iA. Otra llegada importante fue la del Mg. Gustavo Bianchi, actualmente director del 3iA y de la Maestría en Gestión Ambiental. Las posteriores gestiones sumaron más gente joven, entre ellos la incansable Soledad Villaverde y un destacado científico siempre interesado en las salidas tecnológicas de los trabajos: el Dr. Roberto Candal. Hoy es el Secretario de Investigaciones de la Escuela de Hábitat y Sostenibilidad, actual evolución del 3iA. Todo esto, junto a la ya citada llegada de investigadores, fue importantísimo para el Instituto y su desarrollo tecnológico.

Construcción de la obra del edificio del 3iA. Aquí debo reconocer la visión de Carlos Ruta, quien, comprendiendo la importancia de la tarea del Instituto y su futuro, pasó de brindarnos dos pisos a entregarnos un edificio entero de planta baja y cuatro pisos. El Lic. Claudio Parica siguió la evolución del proyecto que atravesó mi gestión y fue puesto en marcha por mi sucesor, el Dr. Jorge Fernández Niello.¹⁴ Reconozco que Carlos Ruta y su sucesor, el Dr.

Carlos Greco (2017/reelegido hasta 2026), no se equivocaron confiando en el 3iA. Carlos Greco está llevando adelante un crecimiento muy ordenado de la Universidad, dando importantes y pertinentes respuestas científico-tecnológicas y sociales a las demandas de la sociedad. Se puede citar como ejemplo las tareas realizadas en el tema vacunas o en el desarrollo de barbijos (luego comercializados por una empresa argentina) durante el período de la pandemia.

En 2011 iba concluyendo mi trabajo como directivo en el 3iA. Habíamos acordado con Carlos Ruta que no haría otro período como Decano. Eran muchos años. Propuse la continuidad del trabajo en el 3iA a partir de la selección de tres candidaturas internas, pero en ese momento no concordé con Rectorado que pretendía para el 3iA un director de nivel proveniente del extranjero. A mi entender esto podría ser una acción equivocada pues el 3iA no estaba aún preparado para ser concursado internacionalmente a nivel dirección. Además, dentro del instituto había gente lo suficientemente capaz que podría asegurar su evolución. Ante tal diferencia decidí entonces no sumarme al proceso de elección de mi sucesor. El Comité Elector finalmente eligió al mejor candidato, el Dr. Jorge Fernández Niello. Descubrí en él una excelente persona, quien además de ser un reconocido investigador y docente, llevó a muy buen puerto el Instituto. Durante su gestión, el 3iA creció muchísimo, podía contar con su edificio y el necesario espacio para sus laboratorios. Se pudo comprar equipamiento para el Instituto con el apoyo de la Universidad y particularmente de las Agencias Estatales (excelente tarea de la Dirección del 3iA). También se comenzó a trabajar en la puesta en marcha del Doctora-

do en Ciencias Ambientales y el dictado de cursos especializados.

En la Dirección del Instituto, al Dr. Jorge Fernández Niello le siguió la Dra. Ing. Susana Larrondo (2018/22 y reelección -ya como Directora de la Escuela de Hábitat y Sostenibilidad- entre 2022/26). Ella es una prestigiosa investigadora proveniente del Instituto Conicet-CITEDEF y profesora de la carrera de Ingeniería Ambiental en UNSAM e Ingeniería Química de UBA. Ha tenido a su cargo y realizó con singular éxito, una dura tarea de gestión que a continuación describo: En los años 2022/23, bajo la supervisión del Rector, Dr. Carlos Greco, se llevó a cabo una reestructuración de la Universidad integrando varios Institutos en una Escuela. Esto mejoraba sensiblemente la oferta de actividades, el manejo académico y también el trabajo administrativo asociado. La Decana trabajó intensamente en la unión del 3iA con los Institutos de Arquitectura y de Transporte. Los tres Institutos conformaron la "Escuela de Hábitat y Sostenibilidad" de muy buen funcionamiento en la actualidad. Creo personalmente que nos encontramos ante una experiencia integradora de visiones y de trabajos de calidad orientados hacia el futuro de la comunidad. Vamos a necesitar mucha tecnología, mucho cuidado del ambiente, hábitat y alimentación, junto a un transporte eficiente para enlazar las necesidades de una sociedad cada vez más compleja.

■ ESTOS ÚLTIMOS AÑOS - FUNINTEC

Al terminar mi período al frente del 3iA pensé que acabaría mi tarea de gestión en la UNSAM. No fue así. Carlos Ruta me propuso que activáramos la Fundación UNSAM Innovación y Tecnología (FUNINTEC). Esta se había creado unos años antes pero

no lograba transformarse en una herramienta útil para la comunidad universitaria. Junto al Lic. Alejandro Dar-chuk, un notable y joven economista con una excelente visión de lo que es la tecnología, comenzamos en el año 2011 a trabajar en el desarrollo de la Fundación. Alejandro ha sido uno de los artífices del crecimiento de la misma y es además un gran compañero de todos estos años. Además, siempre tuvimos a nuestro lado a excelentes directores, que comprendían lo que es la tecnología y el trabajo de una Fundación para apoyar sus actividades. Mención aparte merece el diálogo constructivo y la tarea conjunta que desarrollamos con el actual Rector de UNSAM, el Dr. Carlos Greco.

Las tareas que se realizan en FUNINTEC tienen una fuerte impronta

de apoyo a las actividades de docencia, investigación y transferencia de la Universidad. Esto nos ha llevado a ser Unidad de Vinculación Tecnológica reconocida por UNSAM, por el Mincyt y el Conicet. Somos encargados de la gestión de una importante cantidad de contratos de nuestros investigadores-docentes con entidades del país y del exterior. Las ganancias de la Fundación se destinan a apoyar a nuestros investigadores-docentes y a la Universidad. Siempre hemos dejado en claro -y esto es casi una militancia- que las decisiones que toma la Fundación no son las del sistema administrativo UNSAM, sino las de una Organización no Gubernamental (ONG) que no depende de la Universidad (aunque nosotros llevemos su camiseta puesta) sino de las reglamentaciones vigentes para estas organizaciones.

FUNINTEC también posee un pequeño Centro Tecnológico que ha incubado algunas empresas y que se ocupa de la presentación de emprendedores y pymes a subsidios estatales, entre otras actividades. Respecto al Centro, nos sentimos orgullosos de haber acogido a diversas empresas, en particular dos: inicialmente "Solarmate", termos solares, dirigida por el Dr Christian Navntoft, egresado de nuestro Doctorado en Química, y actualmente "Tecsi" que diseña y produce instrumentos para laboratorios e industrias de nano y biotecnología y de optomecánica. Las figuras siguientes muestran parte del interior del Centro Tecnológico y el Termo Solar construido y vendido por la empresa Solarmate.

El trabajo de FUNINTEC nos ha llevado a administrar últimamente



Interior del Centro Tecnológico de Funintec.

alrededor de 180 proyectos anuales (grandes y pequeños, aproximadamente el 40% de ellos son nuevos cada año) Estos corresponden a nuestros docentes-investigadores de la Universidad y de otras universidades y de organismos internacionales. Esto se realiza bajo el atento trabajo del equipo que conduce Maximiliano Rofrano desde la administración de FUNINTEC. En el año 2023, la Fundación realizó más de treinta presentaciones de empresas a subsidios estatales para emprendedores, trabajo dirigido por Sebastián Savino. Aparte de estas tareas, hay otras muy importantes junto a la Universidad y financiadas por la Fundación como la construcción de aulas y la provisión de elementos para la enseñanza; el apoyo a proyectos e investigadores; el desarrollo de espacios para realización de deportes, sus vestuarios y cafetería (inclusive se está comenzando con las tareas de construcción de un nuevo estadio); el arreglo de un departamento donado a la Fundación y cercano a la universidad para alojar a visitantes; la transformación de un viejo vagón de ferrocarril en una sala de usos múltiples; la compra y reparación de equipamientos, etc. Esto se lleva a cabo principalmente con fondos propios de FUNINTEC y a veces de otros organismos de la UNSAM.

Otro trabajo muy importante que seguimos realizando es contribuir a la formación de Recursos Humanos a través de la realización de las Escuelas "Futuro", destinadas a analizar temáticas de importancia regional en la actualidad y en tiempos futuros. Participaron de estas reuniones no solamente alumnos de UNSAM, sino también otros estudiantes argentinos a quienes se otorgaron Becas de transporte y estadía. Las actividades duraban una semana bajo el régimen de jornada completa y existía un pequeño test



Termo solar producido por Solarmate en el Centro Tecnológico de Funintec.

final para su aprobación, lo que le daba posibilidad de consideración para puntaje en doctorados. Esta actividad contó con docentes de toda la Argentina, de países vecinos y de Europa. El Dr. Miguel A. Blesa fue el Director Académico de las mismas, el Sr. Sebastián Savino fue el encargado de su gestión y yo aseguré la Dirección Ejecutiva. Entre las reuniones realizadas se encuentran las de "Agua y humedales" (2016), "Energía" (2017), "Huellas Ambientales" (2018), "Futuros Urbanos" (2019). Estas reuniones contaron con comité organizador y de selección de trabajos. Además, se editó una serie de libros electrónicos con los artículos de las reuniones, los que fueron sometidos a revisión de pares y de editorial. Estos libros son de edición libre y gratuita a través de diversas librerías electrónicas (UNSAM e Instituciones).¹⁵

Como consecuencia de la Pandemia, se realizaron encuentros virtuales sobre los temas de un "Presente alterado" (2021) y de "Ambiente:

desarrollo y sostenibilidad" (2022), que fueron grabados y publicados en una cuenta especial creada en YouTube. En el segundo semestre de 2024 siguieron las actividades públicas, esta vez fue en el Cabildo de la Ciudad de Buenos Aires, donde se realizaron una serie de encuentros bajo el sugestivo título: "Buceando en el pasado para comprender la actualidad y el futuro de la historia de nuestro país". Se encuentra en YouTube.

Una mención especial merece la confección de cien mil (100.000) barbijos/tapabocas en telas ad-hoc para evitar contagio del COVID (año 2021) y las correspondientes tareas de logística. Las telas que se recibieron correspondían al equivalente del pago del canon por el desarrollo que llevó a la producción de todas ellas. El monto debía haber sido cobrado por los investigadores/desarrolladores (de UNSAM y de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA) que no aceptaron el dinero, pero si la entrega equivalente de

material para confeccionar barbijos que serían posteriormente donados. En el caso de UNSAM, el desarrollo de las tareas estuvo a cargo de la Fundación. Una parte del dinero para la confección lo puso el Ministerio de Industrias con la condición que los 100.000 barbijos fueran realizados por cooperativas de trabajo, hecho que a veces nos llevó a estar cerca del proveedor para asegurar la calidad del producto. También quiero agradecer la colaboración del Dr. Andrés Kreiner en la búsqueda de financiamiento. El resto de la tarea, en particular los trabajos de logística de los barbijos (fundamentalmente los de distribución), corrieron por cuenta de FUNINTEC. Estos barbijos se destinaron a Hospitales, Escuelas, Comedores, Entidades Barriales, Municipios (AMBA y Provincias), Universidades (en particular UNSAM), entre otros sitios. Todo esto fue realizado gracias a una impecable tarea de Maximiliano Rofrano y su equipo.¹⁶ La figura siguiente es

una muestra de la tarea realizada y que todos pretendemos que así sea: un grupo de trabajadores en una granja popular cercana a Escobar utilizando los barbijos que en su momento entregamos.

En el plano académico, soy un jubilado a partir del año 2020. Esto, junto a algún problema de salud, redujo un poco mi actividad de los últimos años. Sigo siendo Presidente de FUNINTEC, esta es mi principal actividad, dicto un curso en la Universidad sobre “Materiales y Ambiente”, a veces algún seminario especial y formo parte de la directiva de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias. Antes de mi jubilación, y confieso, un poco cansado de las propiedades mecánicas, me animé a realizar algunos trabajos con otros colegas, aportando mi experiencia en análisis de resultados experimentales y teóricos [18-19]. En el plano humano, continúa mi linda amistad con viejos amigos

como Ipo, Raúl Versaci y el Turco Haddad, a los que se agregaron otros nuevos como Anahí Ottaviani, David Parkansky, Carlos Lasorsa y Silvia Makler, lamentablemente ya fallecida.

Actualmente, me preocupa el futuro de los materiales y la necesidad de un buen uso de los mismos en las diversas etapas de su ciclo de vida. Esto es indispensable si queremos asegurar una buena base de trabajo para los que nos siguen. Caso contrario, podríamos dejarles un mundo desolado, escaso de materias primas, no alejado de las terribles imágenes de muchas películas futuristas. Obviamente, esto nos lleva a pensar en los conceptos de Economía Circular aplicados a la vida útil de productos y componentes. Pero este no debe ser un concepto únicamente economicista, pues en ese caso sería incompleto. Es necesario recordar que toda decisión que llamamos “sustentable” requiere, junto



Trabajadores de una granja popular cercana de Escobar mostrando los barbijos anti-covid distribuidos por Funintec.

a la decisión económica, la de las ciencias sociales, políticas, del urbanismo y fundamentalmente de las ciencias exactas y la tecnología. Muchas veces, pesan tanto los claros criterios económicos, particularmente el "por y para qué" y su costo, como la elección de las tecnologías que permitan las respuestas adecuadas y el uso de ciertos materiales. Esto es muy preocupante. Tampoco debemos olvidar la materia prima, el diseño, la producción, el transporte, la comercialización, las demandas sociales, el consumo, el "que hacer" al final del ciclo de vida útil del producto o componente. Aquí hay varias posibilidades a evaluar: si se deben enviar estos materiales a un depósito de residuos, o quemarlos, o reutilizarlos adecuadamente, o recuperarlos y devolverlos al mercado, etc. Todos estos procesos guardan difíciles preguntas para nuestra sociedad. Por ejemplo: ¿Cuál será la utilización en el futuro de los actuales materiales reciclados? ¿Se podrán volver a reciclar estos nuevos materiales? Lo que se produzca, ¿alcanzará para cubrir la demanda de los humanos? Los que nos siguen tienen derecho a recibir un mundo ordenado, no desolado. Debemos pensar y trabajar en eso. Caso contrario, yo no tendría razones suficientes para dictar la materia "Materiales y Ambiente" en la Escuela de Hábitat y Sostenibilidad (EHyS) de UNSAM.

Y hasta aquí llega mi tarea. No sé si fue mucho, pero son muchos años de trabajo... ¡y espero que sean algunos más!

¡Muchas gracias a todos!

■ ALGUNAS CITAS BIBLIOGRÁFICAS RELACIONADAS CON LA DESCRIPCIÓN TÉCNICA

1) A.A. Pochettino y M.Ipohorski (1975), Nature of small dislocation

loops in neutron irradiated Cu after annealing at 150 °C, *Journal of Nuclear Materials* **1975**, p.356.

2) A.A. Pochettino y M.Ipohorski (1978), Characterization of dislocation loops in Neutron irradiated Al-O,1%Mg by Transmission Electron Microscopy", *Ultramicroscopy* **3**, p.61.

3) A.A. Pochettino (1978), *Estudio por Microscopia Electrónica de defectos cristalinos producidos por irradiación neutrónica en monocristales de Al, Al-Mg, Cu y Cu-Be*. Tesis Doctoral en Física, Universidad Nacional de La Plata. Director de Tesis: Dr. Miguel Ipohorski Lenkiewicz.

4) A.A. Pochettino (1981) *Calcul du profil d'emboutissage en retreint d'alliages d'Aluminium*. Tesis Doctoral en Ingeniería, Especialidad Metalurgia Física, Univ. de París XI, Orsay, Francia. Director de Tesis: Dr. Richard Penelle.

5) P.Vedoya, A. Pochettino y R.Penelle (1988), Plastic Anisotropy of Ti, Zr and Zry-4 thin sheets, *Texture and Microstructure* **1988**, p. 691.

6) R. Lebensohn, M.I. Gonzalez, C.N. Tomé y A.A. Pochettino (1996), Measurement and Prediction of Texture Development during a Rolling sequence of Zry-4 tubes, *Journal of Nuclear Materials* **229**, p.57.

7) Norma Míngolo (1990), *Evolución de texturas cristalográficas en aceros ferríticos. Predicción de curvas límites de plasticidad*", Tesis Doctoral presentada a la Facultad de Ciencias Exactas, UBA. Director: A. Pochettino

8) N. Mingolo, A.A. Pochettino, M.Thomas and R.Penelle (1988). Yield Loci and anisotropic plastic behaviour of ferritic stainless steels,

Proc. ICOTOM 8, J.S. Kallend and G. Gottstein Eds., The Metallurgical Soc., p.1059.

9) María Ortiz (1993), *Efecto de las texturas sobre las propiedades elásticas de materiales de estructura hexagonal compacta*, Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. Director: A. Pochettino.

10) M. Ortiz y A.A. Pochettino (1996), Intergranular thermal stresses in Zirconium-Effects on X-Rays macrostress measurements, *Journal of Nuclear Materials* **229**, p. 65.

11) Paula Sánchez (1997), *Relación entre la microestructura y la respuesta mecánica anisotrópica de aleaciones de base Circonio. Texturas Cristalográficas*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. Director: A.Pochettino.

12) "Modelling texture development of Zr alloys at high temperatures", R. Lebensohn, P. Sanchez and A.A. Pochettino, *Scripta Met*, 30, 1994, p.481.

13) R. Lebensohn, C.Vial Edwards, A.A.Pochettino y C.N.Tomé (1994), Texture and yield locus evolution in 70/30 brass under different deformation paths, *Textures of Materials, Materials Science Forum* **157-162**, p.783.

14) M. Ortiz, P. Sanchez, A. Peñaloza y A.A. Pochettino (1996), Texture and elastic properties of cold drawn copper wires, *Proc. ICOTOM 11*, Editores Z. Liang, L. Zuo, Y. Chu, Int. Academic Publ., vol. 2, p. 842.

15) M. Ortiz, A.A. Pochettino, J.L. Lebrun y G. Maeder (1993), X-Ray Elastic Constants in textured Zr base materials, *Metallurgical Transactions* **24A**, p. 389.

16) A.A. Pochettino y J.L. Lebrun (1991), *Détermination de champs de déformation et contraintes en utilisant la diffraction - Théorie de la méthode*, ENSAM, Francia.

17) P. Sanchez, A. Pochettino, T. Chaveau y B. Bacroix (2001), Torsion texture development of zirconium alloys, *Journal of Nuclear Materials* **298**, 329-339.

18) A. Vignolo, A.A. Pochettino y D. Cicerone (2006), Medrano creek: water quality assessment using remote sensing techniques, *Journal of environmental management* **81**, p.429.

19) M.R. Neyra Astudillo, M.I. López Pumarega, N.M. Nuñez, A. Pochettino y J. Ruzzante (2017), Magnetic Barkhausen noise and magneto acoustic emission in pressure vessel steel. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* **426**, 779-884.

■ NOTAS

1 Ver Reseña de Roberto Liotta en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-10-no-1-2022/>. [NdE]

2 Ver Reseña de Roberto Rivarola en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-8-no-1-2020/>. [NdE]

3 Ver Reseña de Heraldo Biloni en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-1-no-2-2013/>. [NdE]

4 Ver Reseña de Alicia Sarce en <https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2023/09/05-RESENA-Sarce-CelResenasT11N3-2023.pdf>. [NdE]

5 Ver Reseña de Aldo Craievich en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-1-no-3-2013/>. [NdE]

6 Ver Reseña de Franco Conrado Varotto en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-7-no-3-2019/>. [NdE]

7 Ver Reseña de Miguel A. Blesa en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-1-no-4-2013/> y su secuela en https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2024/07/05-Todavia_Contamos_CelResenasT12N2-2024.pdf. [NdE]

8 Ver Reseña de Alberto Caneiro en https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2023/02/03-RESENA-Caneiro_CelResenasT11N1-2023.pdf. [NdE]

9 Ver Reseña de Eduardo Zerba en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-3-no-3-2015/>. [NdE]

10 Ver Reseña de José Alberto Castro en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-2-no-1-2014/>. [NdE]

11 Ver Reseña de Juan José Cazzulo en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-4-no-1-2016/>. [NdE]

12 Ver Reseña de Andrés Kreiner en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-5-no-1-2017/>. [NdE]

13 Ver Reseña de Carla Notari en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-8-no-3-2020/>. [NdE]

14 Ver Reseña de Jorge Fernández Niello en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-6-no-4-2018/>. [NdE]

15 Los libros de la Serie Futuros pueden encontrarse en <https://aargentinapciencias.org/serie-futuros/>. Dos de ellos, Futuros Urbanos y Energía, se editaron con sello compartido FUNINTEC-AAPC.

16 Puede encontrarse una descripción del proyecto en el libro de la Editorial AAAPC ¿En qué conurbano queremos vivir, Capítulo 8, págs. 199-218: *Telas antivirales para barbijos: una reacción de I+D frente a la pandemia* por Silvia Goyanes, Roberto J. Candal, Griselda Polla, Ana María Llois, Lucía Famá, Lucas Guz, Belén Parodi, Patricio Carnelli, Alicia Vergara, David Picón, Lucía Quintero Borregales, Edgard Díaz Díaz y Federico Trupp. Disponible en <https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2023/09/%C2%BFEn-que-conurbano-queremos-vivir.pdf>