

CONTRIBUCIÓN A LA APLICACIÓN DE LA METALURGIA: UNA VOCACIÓN REALIZADA

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

■ Lucio Iurman

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

lucioiurman@yahoo.com.ar

■ RESUMEN

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

■ 1. LOS COMIENZOS

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

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

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

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

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

■ 2. LA UNIVERSIDAD

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

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

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

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

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

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

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

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

sobre las vocaciones de los jóvenes.

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

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

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

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

■ 3. LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

■ 4. LOS CURSOS PANAMERICANOS DE METALURGIA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

■ 5. EL CONFORMADO DE CHAPAS METÁLICAS

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

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

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

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

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

Ya comenté que la prensa hidráulica había sido adquirida por la

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

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



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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

■ 6. LA GESTIÓN EN LA UNIVERSIDAD

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

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

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

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

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

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

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

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

■ 7. EL INSTITUTO ARGENTINO DE SIDERURGIA

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

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

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

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

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

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

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

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

El IAS tenía una columna central

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

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

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

■ 8. CURSOS PANAMERICANOS DE METALURGIA EN MÉJICO

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

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

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

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

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

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

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

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

Los fines de semana organizába-

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

■ 9. DE VUELTA LA REPRESIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Los tubos, tanto los de acero

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

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

No voy a reseñar los desvelos vividos hasta que logramos laminar

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

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

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

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

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

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

■ 11. DE VUELTA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

cesario potenciar todo.

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

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



Foto 6: Reunión de trabajo en Jos, Nigeria

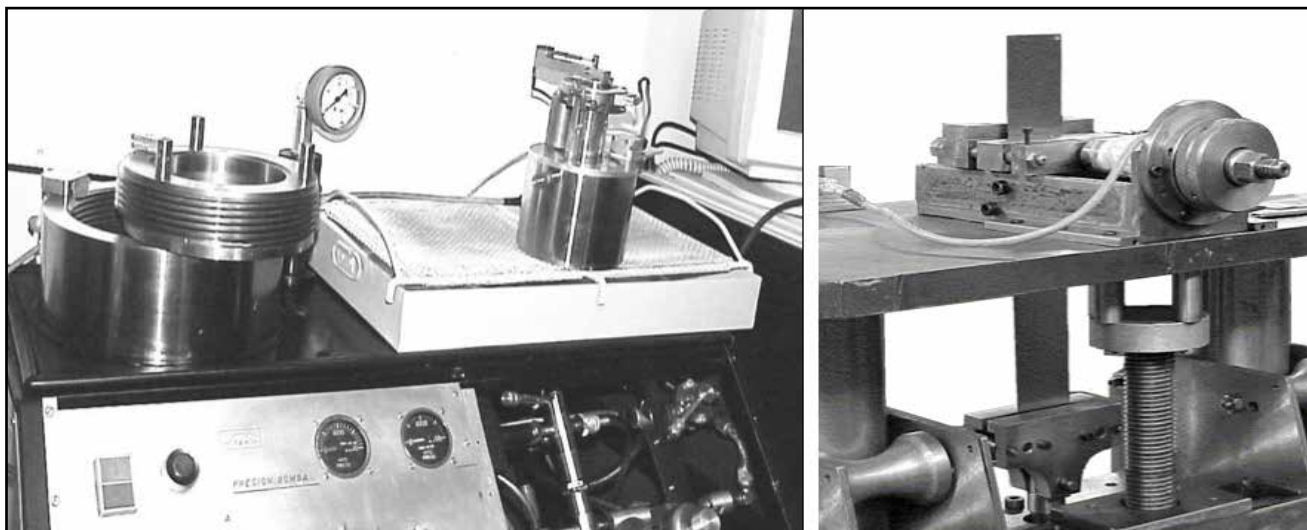


Foto 7: Equipos de ensayo para chapas desarrollados en la Universidad Nacional del Sur

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

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

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

Mi contrato con ONUDI se reno-

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

■ 13. LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR NUEVAMENTE

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

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

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

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

logró graduarse como Magister.

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

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

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

■ 14. EL LIBRO DE TRABAJADO MECÁNICO

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

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

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

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



Foto 8: Tapa del libro publicado por ILAFA

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

■ 15. LA SOCIEDAD ARGENTINA DE METALES – SAM

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

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

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

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

■ 16. LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

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

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

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

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

■ 17. ALGUNAS REFLEXIONES FINALES

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

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

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