

LA INTERSECCIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ¿CONDICIÓN NECESARIA COMO PARTE DE UN DESARROLLO SUSTENTABLE DE NUESTRO PAÍS?¹

Palabras clave: : recursos mineros; innovación; ácido bórico; especialidades químicas de boro; administración de empresas.

Key words: mineral resources; innovation; boric acid; boron chemicals specialties; business administration.

El autor narra las peripecias de su evolución de tecnólogo a emprendedor y muestra con claridad cómo ambos roles son distintos y al mismo tiempo complementarios.

■ **Ricardo José Borla**

Académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta.

Fundador y Director Ejecutivo de la empresa NORQUÍMICA.

Socio Fundador de AGENOR, empresa productora de especialidades químicas de boro.

Ricardo.borla@gmail.com

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

■ EL ORIGEN

Cuando esa mañana del primer lunes de marzo de 1962 iba rumbo al histórico Palacio Zorrilla, la ex Casa de Gobierno de Salta -en aquel entonces sede de la Facultad de Ciencias Naturales de Salta, dependiente de la Universidad Nacional de Tucumán- para registrar mi inscripción como alumno universitario, comencé a evocar las conversaciones con mi padre, en las que en distintos temas y con variados enfoques intentaba grabar a fuego el vínculo entre Educación y Libertad, la importancia

del ser libre. Y por cierto ese rememorar se extendía a mi madre con su clásico y determinante: “¿ya hicieron todos los deberes?”, cuando le pedíamos permiso para salir a jugar, que seguramente formaban parte de la gestión de las premisas inculcadas, que compartían con mi padre. Revivir esos simples momentos, me llevaban a pensar en el privilegio que atesoramos con mis hermanos, de tener padres ricos, sin patrimonio físico, plenos de valores de vida.

En las cuadras que transitaba caminando, esa hermosa mañana

soleada, en esas lindas calles del casco céntrico de Salta, en mis recuerdos fluían imágenes que involucraban a mis hermanos mayores: Miguel, Dora y Juan compartiendo con nuestros amigos, esa hermosa y feliz infancia, que nos tocó vivir en esos pequeños pueblos, en los que en nuestra formación, convivían los juegos y travesuras, con escuelas pobres y maestros con mucha sabiduría para cumplir con su función de formadores: conocimientos, experiencia para transmitirlos, junto con respeto, valores, sentimientos y actitudes.

Estas rememoraciones, que seguramente estaban vinculadas con un cierre personal de ciclo, trajeron a mi mente algunas imágenes no gratas, vinculadas con mi hermano mayor Miguel que muy chico tuvo que vivir lejos de nuestra familia, trasladarse a otra ciudad para poder seguir estudiando. El pueblo de Embarcación, donde vivíamos en ese momento, no tenía Colegio Secundario. Mis padres, así como les pasó a muchos otros y en distintos lugares de la provincia, tuvieron que hacer importantes esfuerzos, si podían, para que sus hijos siguieran formándose académicamente, en este caso en la ciudad de Salta, en un colegio parroquial, único que tenía un régimen de alumnos internados. Era un privilegio en ese momento tener la oportunidad de poder completar un ciclo de estudio que incluyera el primario y el secundario.

Los continuos cambios familiares de destinos que tuvimos se debieron a que a principios de la década del 40 comenzaron a instalarse en la provincia de Salta las nuevas centrales termoeléctricas de corriente alternada de 220 Voltios, que iban reemplazando a las viejas centrales de corriente continua de 110 Voltios. Mi padre, hijo de inmigrantes piamonteses, nacido en Las Varillas (Córdoba) había cursado su ciclo secundario en la Escuela de Mecánica del Ejército, donde tuvo una muy buena formación académica graduándose como Técnico Mecánico Electricista. Cuando alcanzó los años que se necesitaban, se retiró del Ejército, e ingreso en la Administración General de Aguas de Salta como Encargado de Usina. Cuando se instalaban las nuevas usinas, él participaba del montaje y de la puesta en marcha; con posterioridad capacitaba al personal para operarla y además organizaba su administración. Él permanecía como Encargado de esa Usina hasta que le solici-

taban que se incorpore al siguiente nuevo montaje de otra.

A medida que me acercaba a la Facultad la evocación se trastocaba con la realidad; en este último escenario lo único que aparecía muy nítido era que debía estudiar y también que experimentaba una vocación definida: desde muy chico siempre sostuve la inclinación por ser médico. Nunca tuve clara la razón de esta convicción. Admito que aún hoy sigo interesado en la lectura de publicaciones que vinculan la salud con conocimientos que fui adquiriendo con el tiempo.

Cuando entré al edificio de la Facultad, irrumpió en mi mente la realidad, ya sabía que tenía que estudiar otra carrera; las propuestas académicas no eran muy amplias y entre ellas había optado por Ingeniería en Petróleo.

Para ese entonces ya estábamos viviendo en la ciudad de Salta, luego de que familiarmente nos trasladáramos, en el año 1949, de Metán a Embarcación, lugar donde inicié la Escuela Primaria cursando el primer grado inferior (1951). Este ciclo lo terminé en Tartagal, (1952-1955) y en ese mismo lugar inicié la etapa del cursado del secundario en una Escuela Nocturna de Comercio (1956-1957-1958), cerrándola en Salta Capital (1959-1960-1961).

El hecho de vivir en pueblos chicos en esa época fue muy importante para el desarrollo educativo personal; me permitió ampliar muchas habilidades y destrezas, como aprender a jugar al fútbol, primero con una pelota de trapo luego con una de tiento y finalmente una lisa de cuero. Jugábamos con equipos de chicos matacos¹ sociabilizando con ellos y pese a jugar descalzos algunas veces ganaban y otras perdían y se divertían tanto como nosotros.

Aprendí a jugar al básquet. Desarrollamos nuestra capacidad para inventar juegos. Hacíamos carreras de una cuadra o también de una vuelta o varias vueltas a la manzana. Jugando aprendimos a competir y a saber que cuando se compite se puede ganar o también perder.

■ FORMACION TERCARIA

Luego de aprobar el Curso de Ingreso, en la primera semana del mes de abril de 1962 se inició el dictado del primer cuatrimestre de la carrera de Ingeniería en Petróleo, que prontamente, a mediados de mayo se transformó en Ingeniería Química. Los cambios de contenidos del nuevo plan de estudio se producían a partir del segundo cuatrimestre, con lo cual se afectó muy poco nuestro cursada; el nuevo Plan de Estudio fue instrumentado para cursar en seis años.

El Plan se sustentaba en un fuerte contenido de ciencias básicas: cuatro materias de matemáticas, los clásicos dos Análisis Matemáticos, uno de Geometría Analítica (fuertemente orientado al álgebra vectorial y tensorial) y un cuarto de Teoría de Funcionales; cuatro asignaturas de Química: General, Inorgánica, Orgánica, y Analítica e Instrumental. En física se tenía cuatro asignaturas: una Clásica, Electricidad y Magnetismo, Mecánica Lagrangiana y Física Moderna. Además, Fisicoquímica, Termodinámica Clásica. En el ciclo de materias profesionales específicas había dos Operaciones Unitarias, dos Procesos Unitarios, Organización Industrial, Electrotecnia, Resistencia de Materiales, Arquitectura Industrial, Diseño Mecánico de Equipos, Control Automático de Procesos. Procesos Petroquímicos, Ingeniería Legal. Proyecto final.

Este Plan de Estudio con un conjunto compacto de asignaturas de ciencias básicas permitieron du-

rante los cuatro primeros años de estudio adquirir una cantidad de conocimientos, que fueron muy determinantes a través de la vida tanto como estudiante como así también la de profesional vinculado con la actividad científica y la tecnológica.

En febrero de 1964, concursé por un cargo de Auxiliar Calculista, que básicamente era para ejercer las tareas de auxiliar docente de segunda categoría (Docente alumno), en el curso de ingreso a la carrera y posteriormente hacer el mismo trabajo, en el primer cuatrimestre en Análisis Matemático I y en el segundo cuatrimestre en Análisis Matemático II. Si bien se trataba de un contrato por un año, porque no había partidas presupuestarias, el ganar el concurso y obtener ese cargo fue muy importante, porque me permitió dejar de realizar trabajos fuera del ámbito de la Facultad.

En el año siguiente (1965) me inscribí en un Concurso de Auxiliar docente de Segunda Categoría, Alumno, en Física II (Electricidad y Magnetismo). Este ya era un cargo de planta permanente, que debía someterse a concurso anualmente. Allí comienza mi etapa formal como Docente Universitario, que cerraría un 31 de marzo de 2016, cuando me retiré de la enseñanza en el aula, después de haber cumplido 51 años ininterrumpidos de docencia universitaria y setenta y un años de vida.

En lo académico en ese año el ingeniero Rolando Poppi que había regresado a nuestro país luego de una valiosa estadía en el Politécnico de Milán, se integraba a la carrera de Ingeniería Química de Salta. Lo hizo como director de la Carrera; con su formación, capacidades y su liderazgo introdujo en nuestro Departamento la nueva visión del desarrollo del conocimiento en Ingeniería Química.

Enseguida se incorporó un edificio destinado al dictado de las materias específicas de la Ingeniería Química como así también un ámbito para realizar trabajos de investigación en esta especialidad. Fruto de esa actividad y visión y basados en el libro de Bird, Stewart and Lightfoot el *Transport Phenomena*, a través de cursos intensivos dictados por docentes de la UNLP y la UBA, entre ellos el Lic. Juan Carlos Gottifredi² (que años después se incorporaría al grupo) quien tuvo a su cargo los temas vinculados con fenómenos de transporte de cantidad de movimiento. De igual forma, con otros docentes de la UBA nos formamos en los principios del transporte de la energía y de la materia que nos permitió actualizar visiones e incorporar herramientas de desarrollo del pensamiento abstracto.

Los trabajos de Rutherford Aris sobre cinética química y diseño de reactores químicos aportaron a una comprensión más profunda de los fenómenos observados y permitieron un mejor diseño de los procesos químicos, abriendo nuevos caminos para la investigación científica, en el campo específico de la Ingeniería Química. Basadas en esta nueva escuela, las clases dictadas por Rolando Poppi eran motivantes y buscaban siempre la participación de los que éramos sus alumnos, mediante la generación de un círculo virtuoso de formulaciones de preguntas y respuestas.

La incorporación del Ingeniero Emilio Vergara, como consecuencia de la crisis política, que vivía la Facultad de Ingeniería Química de Santa Fe, fortaleció la cátedra de Físicoquímica; lo mismo ocurrió en la cátedra de Control de Procesos con la llegada del Ing. Lombardo; la carrera se iba consolidando.

Mientras esto sucedía, con un enfoque retrospectivo sentía que aquella única convicción que exhibía al entrar a la Facultad que era el estudiar, ahora sumaba el interés por la enseñanza y ver que los avances de fines de la década de los cincuenta se habían fortalecido y se abrían caminos a un conjunto de ciencias propias de la Ingeniería Química, que me generaban una motivante expectativa de investigación en ese campo; ahí comencé a iniciar los trazos de mi visión de futuro.

A fines de 1967 terminé de cursar los seis años del plan de estudio y en el primer turno de febrero de 1968, rendí la última materia que me faltaba para completar la carrera. En poco tiempo me incorporé de pleno a la docencia en la carrera de Ingeniería Química como Auxiliar Docente de Primera Categoría en Control de Procesos, Al mismo tiempo aprendí programación y en particular Fortran IV. Por otra parte, inicié un programa de formación docente que consistía en trabajar, en cada cuatrimestre, en las distintas materias específicas de la carrera como auxiliar docente y también se nos asignaban temas para el dictado de clase teóricas. Fue una muy buena experiencia, que permitía consolidar conocimientos ya adquiridos; además que facilitaba el aprendizaje del dictado teórico de clases, supervisados por el docente de la cátedra. Fue una buena medida la instrumentación este plan de formación que pude afortunadamente completar.

■ INICIOS DE UNA FORMACION EN INVESTIGACION CIENTÍFICA

Bajo la dirección académica de Rolando Poppi empecé a trabajar simultáneamente, en el desarrollo de modelos matemáticos dinámicos de equipos de procesos químicos y en la teoría de los procesos de crista-

lización. Esta temática era muy importante en la industria química y particularmente las vinculadas con muchos de los recursos regionales. La operación de cristalización tenía muchos fenómenos observados que la teoría no los podía explicar. Uno de ellos era el de los sistemas con alta sobresaturación sin que se formen cristales y la cristalización de azúcar era uno de esos ejemplos. Establecimos los temas de trabajo en función de las necesidades de las industrias de la región. En el caso de la industria azucarera que venía con muchos problemas de subsistencia desde hacía mucho tiempo; buscábamos determinar los parámetros de la cinética de cristalización para trabajar en el desarrollo de un sistema continuo de cristalización, que ya habían empezado a operar en Estados Unidos.

En el período de la zafra fuimos a Tucumán a tomar contacto con algunos ingenios azucareros y el Centro de Cómputos de la UNT. Pudimos presenciar la cosecha de la caña, y todas las etapas del proceso incluidos los momentos previos a la incorporación de una siembra de núcleos para iniciar la cristalización. Todo un ritual: ingresó un operario, identificado en la jerga azucarera como “el puntista”, que en forma muy ceremoniosa tendió sus brazos hacia adelante, y dos operarios le colocaron un delantal, que cerraba por detrás, luego le ponían guantes en sus manos, mientras otros extraían una muestra de solución sobresaturada, que en esa industria se conoce como “la masa cocida”; que es la solución sobresaturada que tiene el cristallizador; el puntista tomaba una porción pequeña entre sus dedos pulgar e índice, abría los mismos y según la distancia de apertura en la que el hilo se cortaba; daba la instrucción para que se agregue la siembra de cristales. Cuando esta operación se realizaba, casi inmediatamente se

observaba una cantidad muy importante de cristales en la solución. La teoría de procesos de cristalización indica que cuando en una solución que esta sobresaturada no se observan cristales, una forma de inducir la cristalización es la siembra partículas finas. Lo que no pudo resolver la teoría aún hoy, es cómo se determina la sobresaturación necesaria para alcanzar el punto de siembra; esta cuestión es sólo conocimiento empírico. De todos modos, ese punto de corte de hilo de esa “masa cocida” está asociada directamente con su viscosidad, que a su vez depende de la sobresaturación. Ya en esos momentos, medir la sobresaturación era simple y de costo razonable y ya se había empezado a usar en otros ingenios.

Terminada las actividades programadas en los ingenios nos dirigimos al Centro de Cómputos de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, lugar en el que, previamente, se había coordinado una reunión con su director, el Profesor Raúl Lucioni y el Lic. Eduardo Epstein, que era el profesional que brindaba el soporte técnico a los usuarios.

Esta reunión se centró en conocer las características técnicas y el potencial de uso que tenía la computadora IBM 1620. Esta presentación la hizo el Lic. Epstein, fue muy sólida, clara y precisa. Como ejemplos de aplicación indicó que la estaban utilizando los Profesores Roberto Cudmani y Raimondi, de la carrera de Ingeniería Civil, como herramienta en los cálculos de estructuras: ambos usaban un día completo por semana, asignado en forma exclusiva. Se acordó que nosotros podríamos tener un régimen similar. En ese sentido se estableció que todos los martes tendríamos el uso exclusivo a partir de las 9 hs. hasta las 21 hs. Se destacó como cuestión importante para tener en cuenta que

la programación hecha sobre papel debíamos transcribirlas sobre tarjetas, que debíamos perforar personalmente, alertando que cualquier error cometido en la programación o perforación, obligaba a perforar la totalidad de las tarjetas nuevamente.

De regreso a Salta evaluamos las actividades realizadas en Tucumán tendientes de definir las líneas de investigación que íbamos a consolidar. Por una parte, trabajar en teoría de la cristalización, en particular en el sistema de cristalización de azúcar. Habíamos comprobado, luego de las visitas a los ingenios azucareros, que parte de los fundamentos sobre los que habíamos elegido ese tema de investigación no eran prioritarios para la industria, ya que tenían muchos otros problemas sobre los que debían trabajar antes de incorporar cristallizadores continuos. No obstante, el hecho de que la caña se cosechara con machete en mano y el episodio del “puntista”, eran postales descriptivas del estado de atraso de la industria azucarera en esa época, en nuestro país. De todos modos, decidimos continuar estudiando la cristalización de la sacarosa para ir constatando los avances que desarrollaríamos en la teoría con los resultados experimentales obtenidos.

La otra línea de investigación que veníamos evaluando era la del desarrollo de modelos dinámicos de procesos. Los fundamentos para esta elección eran que tanto la teoría clásica como la moderna eran muy exitosas en su campo de aplicación, pero el orden de magnitud de las constantes de tiempo y la dinámica de los procesos, en el primer caso; y el avance y solidez de la teoría para describir los fenómenos de los procesos bajo control, en el segundo caso hacían que sus usos no fueran tan eficientes en los procesos vinculados con la ingeniería química. La

no linealidad que presentaban estos últimos agravaba los problemas.

Siguiendo el plan establecido en el proyecto de Modelos Dinámicos de Procesos, inicié la rutina de viajar todos los martes a Tucumán.

La programación en Fortran era simple; al empezar a percibir la cantidad de información que se podía obtener, sin lugar a duda quedaba en evidencia que uno de los carriles importantes era la tecnología analógica que ya estaba instalada y desarrollada en el transcurso de la "guerra fría". En ese sentido la Universidad Nacional de Tucumán en 1965, estuvo en el camino adecuado que ya había iniciado en 1961 la UBA, con la incorporación de "Clementina", la Computadora Mercury.

En cuanto a la otra línea de trabajo, una vez armado y puesto en marcha el equipo experimental para el desarrollo de la teoría de cristalización, las primeras informaciones registraban oscilaciones bien definidas en la curva de concentración de la solución de sacarosa, en función del tiempo. Ante este escenario que aparecía como inconsistente se repitieron las experiencias obteniéndose los mismos resultados. Frente a estas confirmaciones me reuní con Poppi quien, de hecho, fue muy categórico en el sentido de que lo que estaba describiendo era termodinámicamente inconsistente. El paso siguiente fue repetir la experiencia juntos y obtuvimos datos con patrones similares.

Hasta el momento en que comenzamos con las experiencias, a pesar de analizar muchas publicaciones experimentales, en ninguna aparecía este tipo de fenómeno. Desde ya que con la expresión de la fuerza impulsora de la velocidad de crecimiento de procesos de cristalización en uso que era la diferencia

entre la concentración de la solución y la concentración de equilibrio de la sustancia estudiada, no habíamos encontrado ninguna observación, a este modelo de la cinética de crecimiento. Sí había muchos otros fenómenos que ocurrían que la teoría no podía explicar.

En la búsqueda de las posibles causas que justificaran lo observado, encontramos una línea de análisis en trabajos realizados a fines del siglo XIX por Ostwald³ el que vinculaba la velocidad de disolución con el tamaño de partícula y su energía superficial.

Mediante una simulación analógica en la IBM 1620 de la UNT con un modelo con una nueva expresión de velocidad de cristalización, que dependía del tamaño de partícula a través de su energía superficial, se demostró que bajo determinadas configuraciones de distribución de tamaños de cristales se podría producir este fenómeno observado. Asimismo, hicimos un análisis teórico de la consistencia termodinámica con la nueva expresión usada. Este trabajo lo publicamos en la *Revista Latinoamericana de Ciencias de la Ingeniería Química y Química Aplicada*; esta presentación fue evaluado por Rutherford Aris,⁴ con un buen dictamen aconsejando su publicación.

En el año 1970, a fines de marzo, tuvimos la oportunidad de organizar en Salta el Congreso de la Asociación Argentina de Ingenieros Químicos. Hubo una masiva asistencia de investigadores, como así también una importante cantidad y calidad de trabajos presentados. Fue muy interesante el vínculo que se pudo establecer con toda una camada joven y también con los directores de los distintos grupos de Investigación de La Plata, Santa Fe y Bahía Blanca. En lo personal fue un momento sig-

nificativo por la presentación de mis dos primeros trabajos en un Congreso.

En el plano familiar, en agosto de 1968 contrajimos matrimonio con Rebeca, Maestra de grado, estudiante avanzada en la carrera terciaria de Asistente Social. Si ella no estuviera incluida esta historia con seguridad sería muy distinta. En febrero de 1970, un mes antes de que iniciara el Congreso de la AAIQ nació nuestra primera hija; en abril de 1972, cuando terminaba otro Congreso de la AAIQ nació nuestra segunda hija. Hoy después de 56 años de casados, tenemos cuatro hijos y diez nietos. Nuestra hija mayor tiene 54 años y nuestro hijo menor 34; nuestra nieta mayor tiene 30 años y el menor de nuestros nietos tiene 4. Esta secuencia de edades muestra que nunca nos desvinculamos de los distintos niveles de enseñanza (primaria, secundaria y universitaria).

A partir de la terminación del Congreso de 1970, dirigí mi preparación personal con el objetivo adicional de generar logros para poder aspirar a obtener una beca de perfeccionamiento en el exterior. Aceleré el ritmo de avance en los trabajos empezados. Incrementé la dedicación para adquirir las herramientas que quería perfeccionar en el exterior. El tema que tenía definido era "Identificación de sistemas y estimación de parámetros en línea."

Este ciclo cerraba un período de casi 4 años de los mejores y más productivos que tuve en nuestro país, integrando un grupo muy unido con un excelente ambiente de trabajo que involucraba muchísimas horas diarias con mucha amistad en el grupo, que se prolongaba por fuera de las horas de trabajo, incluyendo actividades deportivas en conjunto y salidas familiares todos los fines de semana.

■ APRENDIZAJE CONTINUO Y PERFECCIONAMIENTO DE LO APRENDIDO

El 20 de noviembre de 1972, partí hacia Princeton, EE.UU., con una beca de Perfeccionamiento en Investigación otorgada por CONICET, que me permitió ingresar a la Universidad dentro del Programa *Exchange Visitor Status*, en calidad de Investigador visitante, empezando otra etapa de mi carrera.

Al día siguiente de llegar a Princeton me dirigí a la Universidad, en particular al Departamento de Ingeniería Química, a su sector de administración. Ahí tomé conocimiento de que para el tiempo que durara mi estadía en la Universidad me habían asignado un dúplex en el complejo de *Hibben Apartments* y también una oficina en el sector académico. Asimismo, me indicaron la localización de un depósito de la Universidad donde podría alquilar muebles para el departamento. Mientras me transmitían todos tipos de detalles, ya se habían comunicado con el profesor L. Lapidus, Director del Departamento, y me informaron el horario y la localización de su oficina, en la que me esperaba, en la mañana del día siguiente.

Cuando ingrese a la reunión programada con L. Lapidus, observé también estaba presente L. Padmanabhan, Pad, como muy respetuosamente lo presentó el propio decano, tras una breve conversación que se hizo a modo de saludo, hizo conocer, previo a destacar sus cualidades académicas, que Pad sería mi vínculo con el Departamento. Al terminar la reunión y despedirnos del Director, Pad sugirió realizar una recorrida a través de las instalaciones del Departamento, a medida que íbamos encontrando personas, que Pad entendía que era bueno que las fuera conociendo me las iba presentando

y me explicaba qué rol académico o administrativo tenían; también me mostró cual iba a ser mi oficina. Me presentó a Giovanni Colantuoni que estaba en su segundo año de doctorado y él era su director de Tesis. Cuando terminamos este recorrido coordinamos un horario para reunirnos el día siguiente en su oficina. Personalmente continué con mis actividades y pude lograr instalarme en el departamento asignado, ese mismo día con la ayuda de Giovanni

En reunión en la oficina de Pad, iniciamos la conversación sobre las actividades que veníamos desarrollando cada uno hasta ese momento; hablamos sobre el control de proceso en el campo de la ingeniería química. Coincidió que el camino como así también el trabajo que había elegido "Identificación de sistemas y estimación de parámetros en línea", eran adecuados para abarcar prácticamente toda la gama de instrumentos teóricos, perfeccionarme y aprender. Convinimos en trabajar con modelos tanto estocásticos como determinísticos, utilizando los importantes aportes del filtro de Kalman para procesos estocásticos y el operador de Luenberger para los determinísticos, en espacios de dimensiones finitas y también infinitas; el uso de herramientas como las del método de colocación ortogonal para pasar de un espacio de dimensiones infinita a otro de dimensiones finitas

La propuesta de trabajo, de carácter netamente teórico, esto había sido elegido así, en función del periodo de permanencia que tenía asignado (1 año).

Pad, nacido en la India, Profesor de Control de Procesos, era un profesional joven brillante, con un manejo muy interesante de las matemáticas, ya tenía una vasta trayectoria en la línea de modelos dinámicos de procesos. Cuando salí de la reunión

tenía claro que estaba en el lugar y un vínculo con la persona indicada y que no podía dejar de aprovechar al máximo esa oportunidad.

Fueron 18 meses de largos días de trabajo que me permitieron alcanzar los conocimientos teóricos necesarios para el modelado de procesos dinámicos y su control. Durante ese tiempo tomé cursos en distintos Departamentos de la Universidad, con su orientación alcancé el conocimiento y el manejo de las herramientas que estaban en la frontera de la teoría de control, no necesariamente vinculado con los procesos químicos.

Si bien este camino no me permitiría avanzar en el desarrollo de una teoría del control de procesos propios de la ingeniería química, sí es cierto que este cúmulo de herramientas me habilitaba resolver problemas complejos de control de esta rama ingenieril.

En la segunda quincena de mayo de 1974 terminé la redacción final del trabajo y en reunión con Pad hicimos algunos retoques. En la última semana de mayo le entregué el original del trabajo y preparé el informe final que debía enviar al CONICET, incorporando una copia del trabajo terminado.

Durante mi estadía en Princeton tuve oportunidad de conocer a Roberto Cignoli, que se encontraba también como investigador visitante, con una beca de CONICET y a Eduardo Lozano doctorado en Harvard, profesor de Planificación Urbana en la misma Universidad, en el momento que lo conocí profesor en la misma especialidad, en Princeton. Todos vivíamos en el mismo complejo de *Hibben Apartments*. Al año siguiente llegó Carlos Glandt, con quien ya tenía una relación previa, que iniciaba su doctorado, así

como también también su hermano, Eduardo, instalado en Filadelfia, para obtener su doctorado en la Universidad de Pennsylvania.

En el segundo semestre 1974 nos despedimos tanto con Roberto Cignoli, como con Eduardo Lozano salimos de Princeton con caminos distintos y con expectativas diferentes. Roberto permaneció en EE.UU. continuando con su carrera académica y Eduardo abrió su propio Estudio en forma independiente también en EE.UU., uno y otro cada cual con su propio perfil tuvieron una brillante carrera.

En este cierre de este ciclo revalorizo la actividad de CONICET sin cuyo apoyo económico no hubiera podido concretar esta actividad. Esos aportes se iniciaron desde mis primeros trabajos de investigación, que sentaron la base de mi formación en la investigación; el otorgamiento de la beca de perfeccionamiento en investigación que me concedió, la oportunidad de ser admitido como investigador visitante lo que permitió completar una importante etapa de formación científica. Asimismo, pude obtener un enorme bagaje de

conocimientos y usos de herramientas; que me permitieron ser mejor, tanto en mi actividad académica, como así también estar capacitado y tener confianza para aceptar el desafío de ser un emprendedor tecnológico. El regreso a mi país cerró un ciclo de aprendizaje en todos los órdenes de la vida en la Universidad de Princeton con el desarrollo cultural, de actitud, de aptitudes, de competencias, de apertura de mente; un ambiente de trabajo de muchos méritos, donde todo se facilitó para que pudiera enfocarme en las metas buscadas.

■ EL REGRESO A LA UNSA

De regreso en la Facultad, en julio de 1974, me enteré de que Rolando Poppi había pedido licencia en el Departamento de Ingeniería para incorporarse al NOA Industrial, si bien el mantuvo el dictado de sus cátedras. Él realizaba sus actividades y tenía sus oficinas en un espacio que el Gobierno de Salta había aportado para albergar al personal y los profesionales que realizaban tareas vinculadas con el acuerdo concretado entre el Gobierno argentino y Naciones Unidas a través de la he-

rramienta asociada al PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). Rolando representaba la contraparte del Gobierno argentino. Este Programa tenía como objetivo “realizar un estudio de la situación de las Industrias existentes en Salta, Jujuy y Tucumán, como así también un relevamiento de los recursos naturales explotables”. Esta actividad no me extrañó, era parte de la idea que tenía Rolando de formar un grupo homogéneo para el diseño de procesos que permitiera aprovechar los ingentes recursos que tenía la Región para desarrollarse.

El reencuentro con Rolando fue muy bueno. Enseguida me comentó que había leído cada uno de los Informes que mandé al CONICET, en las copias que yo le envié, como así también el informe final adjuntado con el trabajo preparado para publicar. Enseguida nos involucramos en la actividad del trabajo realizado durante la beca. Como siempre que nos juntamos a hablar de temas que nos hacían pensar, la noción de tiempo se esfumaba, fue una larga reunión y estaba muy atraído por cada una de las nuevas herramientas que había adquirido.



Foto oficial (foto familia) Departamento de Ingeniería Química Princeton 1972.

Al día siguiente nos encontramos en la Facultad, ambos parados frente a un pizarrón con una tiza en la mano volvimos sobre los temas que habíamos tratado y acordamos que en adelante iríamos tomando un contenido por vez. Posteriormente, desarrollé el trabajo Identificación de sistemas y estimación de parámetros en línea. A medida que hacía la presentación íbamos reflexionando en conjunto sobre cada punto.

Luego, esa misma tarde le comenté sobre la decisión que había tomado, y que estaba de alguna manera implícita en mi regreso a Argentina: la de no continuar en la línea de investigación de modelos dinámicos, en particular en la modelación *on line* de la dinámica de procesos químicos. Le di las razones para tomar esa decisión y un panorama del escenario más probable de lo que pudiera ocurrir institucionalmente en la Argentina.

Rolando coincidía que ese escenario era muy probable que ocurriera; de todos modos, insistió para presentar un proyecto ante CONICET con todas las herramientas necesarias para trabajar en el tema. En setiembre de 1974 presenté el proyecto ante CONICET, a mediados de mayo de mayo de 1975 me informaron que el proyecto había sido aprobado y me solicitaron una actualización de los valores del costo del proyecto; se obtuvo esta actualización antes de la última semana de mayo; el 4 de junio el Ministro de Economía de la Nación presentaba su proyecto de ajuste económico que históricamente se identificó como “el Rodrigazo”; este fue el inicio de sucesivas crisis económicas que se extendieron hasta el año 1991.

■ PROYECTO APROVECHAMIENTO DE SALARES DE LA PUNA. PNUD

RELEVAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES EXPLOTABLES LITIO, POTASIO, CLORURO DE SODIO MAGNESIO Y OTROS.

Frente a este complicado escenario, Rolando (Poppi) sugirió que analicemos otras alternativas y allí surgió la idea de que dentro del programa de PNUD “Aprovechamiento de Recursos Naturales de la Puna”. Incorporar un proyecto “Aprovechamiento de Salares de la Puna”, trabajando fundamentalmente sobre el litio y el potasio. Recientemente Chile (1974) había iniciado un camino dirigido a la obtención de cloruro de potasio para la producción de nitrato de potasio a partir de sus nitratos naturales y al litio lo consideraba como un mineral estratégico.

Desde principio de los años 50 el litio era considerado un elemento de carácter estratégico vinculado con la generación de energía de fusión nuclear; tuve oportunidad de visitar las impactantes instalaciones en las que se encontraba el prototipo de proceso, proyecto financiado con fondos privados, que el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton llevaba adelante con vínculos con el Departamento de Física de la Universidad de Princeton y también la de Rutgers, seguramente uno de los proyectos más avanzados del mundo en ese momento, pero temporalmente tenía un largo camino para recorrer, era un proyecto muy complejo.

En cambio, era una novedad el uso del carbonato de litio para aplicaciones en cerámicas y vidrio, o del hidróxido de litio, por su comportamiento ante distintas temperaturas extremas, la revolución de su

aplicación como aditivo en lubricantes. El butil litio hizo otro tanto en la producción de caucho sintético para neumáticos de automóviles. También estaba el uso del litio metálico como intermediario en la industria farmacéutica; la gama productos era muy amplia. El total de estos productos de litios expresados bajo la forma de carbonato de litio era del orden de las 20.000 Toneladas anuales con un valor promedio del orden de USD 50.000.000 con un mercado con demanda creciente. A principio de los 90 las ventas de productos de litio avanzaron a USD 250.000.000.

Las ventajas que se podían observar en el litio como elemento importante en el uso como acumuladores de energía, eran meras especulaciones académicas, sin ninguna vinculación con el cambio climático. Lo que si hay que tener en cuenta que el **proyecto Aprovechamiento de Salares de la Puna** estaba en el marco del **Programa “Aprovechamiento de los Recursos Naturales de la Puna”**; a su vez este último estaba incorporado en la operativa de PNUD cuyo único objetivo era **“realizar un estudio de la situación de las Industrias que existen en Salta, Jujuy y Tucumán, como así también un relevamiento de los recursos naturales explotables”**.

En el caso del cloruro de sodio la idea en ese momento era potenciar a una industria ya establecida produciendo en piletas una buena sal (cloruro de sodio) industrial. El ramal de ferrocarril C14 permitiría ser competitivos para abastecer Ledesma, Papel de Tucumán y hasta Celulosa Argentina ya que conectaba todos estos puntos. Usando como grado de libertad la altura de llenado de pileta, se podía obtener una buena sal de mesa. También ya veníamos observando la dificultad para hacer

un iodado homogéneo cuando se lo hacía sobre la masa de cristales. El hipotiroidismo era un problema importante para la Región, la mayoría de las sales de mesa no cumplía con los requisitos legales exigidos por la conocida como Ley Oñativía.⁵

En vinculación con esta actividad de extracción de cloruro de sodio, cuanto más se lo extrajera más se enriquecían las aguas madres en los demás elementos químicos tanto por la eliminación de la sal común como por la evaporación de agua para hacer la extracción. Como no se contaba con la tecnología para producir litio la idea era reinyectar las aguas madres al reservorio de salmuera con profundidad adecuada para aumentar la concentración en sus sustancias trazas. Los mineros cortaban la superficie del salar haciendo una fosa de profundidad de 60 a 80 cm para encontrar el reservorio superficial de salmuera.

En lo que se refiere a la producción de sulfato de sodio, las empresas que lo hacían no eran sustentables con procesos alejados del salar.

Otro sistema interesante para estudiar era la laguna de Santa María en la que predominaba el carbonato de sodio con alrededor de un 30% de cloruro de sodio.

En las salmueras más abundantes era necesario empezar a analizar cómo se recuperaba el boro, el potasio y el magnesio, ya que su producción vinculada a su uso en agricultura, como oligoelementos eran motivo de análisis. En el caso del boro existía en ese momento una reserva muy grande de distintos minerales de una ley promedio bastante más alta.

Desde ya que las sales de litio eran importantes; si bien tenían un mercado comparativamente más

chico, su crecimiento año a año era muy alto debido a sus propiedades y a los precios de sus productos.

En esa época el posible uso del litio en baterías recargables no se conocía. Prueba de ello es que recién en 2019 se les otorgó el Premio Nobel en Química a Stanley Whittingham, junto a John Goodenough y Akira Yoshino, por la batería de litio recargable.

En agosto de ese año (1975), comenzamos con la primera campaña de recolección de muestras en los salares. Nuestra tarea se hizo posible gracias al apoyo por un lado de quien representaba la síntesis del Minero de la Puna, que tuvo la minería de Salta en esa época, el señor Omar Espinoza, Don Omar como lo conocíamos todos. También jugó un papel muy importante el Ing. Francisco Durañona, Gerente General de Boroquímica-Rio Tinto, empresa que desde fines de la década de los 50 comenzó a elaborar productos a partir de minerales de boro. Estos apoyos se concretaron a través de sus campamentos, diseminados en distintos puntos, en los que pudimos tener cobijo del inhóspito clima cordillerano.

Don Omar además de albergarnos, normalmente nos facilitaba algunos operarios para ayudarnos a cavar los pozos para obtener las muestras de salmueras. Asimismo, cuando coincidíamos en nuestra estadía con Don Omar en el mismo campamento, nos deleitaba con un exquisito cabrito hecho en al horno de barro con leña procedente del "bosque" que cubría los cerros cordilleranos. En las sobremesas mientras saboreamos, un té de rica-rica, baila buena u otras variedades puneñas, completaba con algún atrapante relato sobre sucesos o personajes de la puna.

Al regreso de la primera campaña y al empezar a tener los primeros resultados de los análisis de las muestras se generó entusiasmo por el potencial económico que podrían tener los salares. Rolando presentó al PNUD un proyecto de capacitación para poder conocer e interiorizarme en las distintas explotaciones que se estaban realizando en el mundo con fuentes de diferentes orígenes. Este proyecto fue aprobado por Naciones Unidas y faltaba la firma del en ese momento Interventor de la Provincia de Salta para entrar en Ejecución.

Con ese panorama recibimos la visita del vicepresidente de la empresa *Foot Mineral Company* (FMC), Philip Comer y al Geólogo Principal de la compañía Ihor Kunasz, quienes habían establecido contacto con Rolando. FMC y Lithco (*Lithium Company*) eran las dos empresas más grandes del mundo, que controlaban el mercado mundial de litio. El motivo era conocer el estado de nuestros trabajos querían conocer el ambiente y los salares de la Puna. Como un tema de la reunión se fijó el programa de viaje que se acordó rápidamente, sobre el cierre de esta.

Al día siguiente salí muy temprano rumbo a la cordillera acompañando a Philip Comer y Kunasz. Las premisas del viaje eran tener una visión de la puna salteña y de paso sacar en conjunto algunas muestras para que sirvieran para ponernos de acuerdo en el procedimiento de la toma de muestra y luego cotejar los resultados de los análisis de estas, en cada laboratorio. La idea de inicio era ir desde Salta hasta el campamento de Fabricaciones Militares de Mina la Casualidad y en el trayecto sacar muestras del salar de Cauchari y seguir el camino hasta destino. Al día siguiente se tomarían algunas muestras del salar Llullaillaco y posteriormente este trabajo se haría en puntos cercanos a

la ruta que atraviesa el salar de Ari-zaro para regresar directamente a la ciudad de Salta.

En el camino de regreso, Philip manifestó su beneplácito sobre la estructura de caminos que tenía Argentina en la cordillera. Les comenté sobre el proyecto PNUD, de visitar lugares del mundo con explotación de salmueras. A Philip le pareció muy bueno y se ofreció para aconsejar y establecer contactos con las explotaciones que a su entender deberían ser los objetivos más importantes. Por otra parte, me aconsejó empezar por EE.UU., llegar a Filadelfia y tener un panorama de los técnicos de su empresa. Él entendía que a partir de ahí podría realizar todos los movimientos vía aérea, con lo cual en un corto tiempo podría tener un buen conocimiento de los distintos abordajes de las explotaciones de salmueras de distintas composiciones químicas en EE.UU.

Al día siguiente, en las oficinas de PDNU NOA, estuvimos intercambiando conocimiento, evaluación de técnicas de análisis químicos y también sobre el estado del proyecto que me permitiría hacer un buen aprendizaje. Se informó que solo quedaba que firmara el Interventor de la Provincia prestando acuerdo al mismo.

El proyecto de PNUD llegó a la firma del Interventor de Salta en setiembre de 1975. En la primera quincena de octubre renunció el funcionario, en noviembre de 1975 renunció su sucesor, en los primeros días de febrero de 1976 renunció el último de los Interventores designado, durante el año 1975, en el gobierno de Salta. Ninguno duró mucho más de un mes en funciones. Fruto de ese caos político el consentimiento de la Provincia de Salta al proyecto nunca se firmó. La partida presupuestaria del PNUD se perdió.

Entendí que había llegado la hora de tomar determinaciones. Era el momento de compartir la actividad académica con la actividad profesional independiente.

En los salares habíamos terminado de hacer la primera evaluación. La relación con *Foot Mineral Company* nos había permitido establecer que los datos, excepto en lo concerniente a la concentración de potasio, eran correctos.

Terminado el relevamiento de los salares de Salta y Jujuy, que son las dos provincias del programa que tenían salares, se redactó el informe final que se entregó al PNUD para su divulgación de acceso público. Esto fue a fines de 1975 y posteriormente luego de la creación del Instituto de Beneficio de Minerales (INBEMI),⁶ se hizo una publicación interna firmada por R. Poppi, R. Borla, F. Aban y A. Gabin. El ingeniero Francisco Aban junto con la Dra. Gabin, una brillante química uruguaya, hicieron un gran trabajo con mucha creatividad y conocimientos y mucho tiempo de dedicación.

■ ACTIVIDAD TECNOLÓGICA

El primer trabajo como tecnólogo, en relación de dependencia, fue en la empresa OSG SA, (Obras y Servicios Generales) prestadora de servicios para la industria petrolera fundamentalmente vinculados con la perforación de pozos de petróleo. Se trataba de dirigir la puesta en marcha y posterior operación de una planta de molienda de baritina, mineral de sulfato de bario. El profesional que había realizado el diseño de la planta había fallecido a los pocos días de iniciar el montaje de la planta. Otro tanto había ocurrido con el dueño del taller que había dirigido la construcción del equipo de molienda fina. El montaje ya lo había realizado una empresa, que previa-

mente había contratado el ingeniero que realizó el diseño. Les hice saber de mi especialidad profesional, y mi falta de experiencia en el tema, la respuesta fue que ya lo sabían y confiaban que iba a realizar bien mi trabajo.

Dados los tiempos con los que se contaba de inmediato empecé a trabajar. Las dos primeras etapas de reducción de tamaño para ingresar a la molienda fina, incluidos los sistemas de clasificación, salvo detalles mínimos que siempre ocurren, funcionaron muy bien.

Cuando el mineral ingresó en la última etapa, la de molienda fina, no salía nada de baritina. Intenté modificaciones activando los distintos grados de libertad que tenía y no mejoraba la situación: no egresaba nada del sistema. Opté por salirme de planta y analizar el problema en las oficinas, en el escritorio. Primero analicé las medidas tomadas en planta con las variables de operación, mecánicamente hasta aquí no había cuestionamiento, la molienda trabajaba bien, cuando se abrió la boca de inspección del molino se observó que el molino molía adecuadamente. El equipo tenía un clasificador de tamaño de partículas, mecánico y se hicieron pruebas con el clasificador operando y también sin operar, el problema era otro.

Tenía un bosquejo del molino y el análisis centró el foco en el circuito de aire, a través del recorrido en el proceso de circulación y clasificación de partículas. Realizado este análisis, el paso siguiente fue trasladarse a la planta y observar las entradas y salidas del molino y efectivamente la salida estaba en un lugar equivocado. Cómo pudo ocurrir esto no lo sabíamos ni lo entendíamos, lo cierto que acomodada la salida empezó a producir baritina en polvo que luego de ajustes en el

separador de partículas cumplía con las especificaciones requeridas en la orden de compra.

Completada esta etapa se empezó lo que creíamos que sería un ciclo de producción utilizando todos los equipos de la línea de fabricación. Sin embargo, cuando comenzó a salir el producto terminado vimos que la producción era de menos de 2 Ton/hora cuando los directivos entendían que se les había garantizado una producción de 4 Ton/hora. La experiencia programada no se pudo completar porque se cortó el eje de sustentación de uno de los 4 rolos. El rolo es el elemento mecánico (pesa 100 Kg) que rodando sobre una pista produce la molienda fina del mineral, que luego es extraído del molino mediante una corriente de aire generada por un ventilador centrífugo. Finalmente, la especificación del tamaño de partícula se la obtenía mediante un clasificador mecánico de partículas.

Terminada esta etapa difícil de producción, cumpliendo con todos los compromisos que tenía la Empresa, solicité a los directivos de la empresa que, de ser posible, no se tomaran ningún compromiso de entrega por lo menos por 15 días, hasta que pudiera realizar todos los trabajos necesarios para poner en condiciones la planta. Eran todos trabajos cuya solución ya estaba analizada y parte en marcha, casi todos asociados con los materiales usados en la construcción de los rolos y pista de molienda y vinculados con su dureza; en otros casos tenían que ver con resistencia al corte. Al mismo tiempo solicité tener en planta toda la materia prima que se necesitaría en los próximos compromisos.

Vinculados con la industria petrolera, en Buenos Aires se tenían proveedores de insumos: distintas barras macizas de aceros y otras de

una amplia gama de electrodos con diferentes propiedades, en particular las relacionadas con su dureza, para usar como material de aporte. Un día bastó para conseguir todo el material que necesitaba. Los trabajos programados se realizaron en una semana, incluido un cambio importante de velocidad del extractor neumático. Como resultado de estos cambios se aumentó más del doble la capacidad de producción del molino.

Ya se tenía acopiada gran parte de la baritina a moler, de manera que, terminado el programa de puesta a punto del equipo de molienda fina, inmediatamente se comenzó a moler el mineral que había llegado a planta. Cuando se analizaron las muestras en laboratorio se determinó que las especificaciones en cuanto al tamaño de partículas se cumplimentaban totalmente, pero la densidad estaba por debajo del valor requerido. Hicimos pruebas con los distintos lotes de mineral recibido y en todos los casos se tuvo una situación similar.

Me contacté con José Viramonte⁷ con quien tenía una buena relación, y él me comentó que a su entender no había ningún yacimiento de bario en la región norte de Argentina con potencial de explotación importante. Me advirtió que en corto tiempo al ritmo de producción que se requería la veta de la cual provenía el mineral que procesábamos seguramente quedaría agotada. Le di un listado de todos los yacimientos que había comprado la empresa previa a mi incorporación. Me llamó a los días, luego de además de tener consultas con otros colegas y fue muy contundente: ninguno de los yacimientos tenía ningún potencial.

Mientras tanto, y en búsqueda de alternativas a la baritina ya había iniciado una búsqueda en la bibliografía

vinculada con lodos de perforación de pozos petroleros, entre ellos en *Drilling Mud and Fluid Additives*, de John McDermott, publicado en 1973 que incorporaba todas las patentes desde principio de 1960 a esa fecha. No encontraba alternativas y en todas partes del mundo, el único densificante de lodos de perforación que se usaba, era la baritina.

Analicé las propiedades de la baritina para confrontarla con minerales que podrían existir en nuestra región no encontré ninguno. De pronto recordé un comentario hecho por algunos de los representantes de la AAIQ que tuvieron alguna participación en la concreción de un proyecto siderúrgico en Chaco, sobre un buen mineral de hematita producido en Corumbá, Brasil, con alta pureza. Vinculé esa información con el conocimiento de que en los altos hornos existe un tamaño mínimo por debajo del cual se producía el rechazo del mineral porque reducía la eficiencia de los altos hornos.

Enseguida solicite que la empresa estableciera contacto con TAMET que era la empresa instalada en Puerto Vilela (provincia de Chaco) para producir arrabio hematítico para fundición. Presenté un escrito detallando las características de la operación que sería de mutuo beneficio para ambas partes. El contacto con la empresa se hizo en Buenos Aires y en poco tiempo nos enviaron el primer vagón para hacer una prueba industrial y gestionar su aprobación en el Laboratorio de YPF de Florencio Varela que era el responsable, entre otras funciones, de la aprobación de todos los productos vinculados con el uso en los lodos de perforación.

En marzo de 1979 teníamos desarrollado en el laboratorio el producto DENSIL B-79, junto con un escrito que en síntesis reflejaba to-

das las propiedades que debería reunir un buen producto densificante: mayor densidad 5,1 gr/cm³ vs 4,2 gr/cm³ y solubilidad alta en ácido clorhídrico. La solubilidad en ácido era muy importante en el proceso de estimulación de la roca porosa madre. La baritina era insoluble y no se podían "limpiar" los poros obstruidos por el material densificante con lo que se perdía velocidad de producción. La solubilidad de la hematita permitía pensar en cómo recuperar los residuos para obtener productos valiosos mitigando el impacto ambiental producido por los lodos.

El uso del producto fue aprobado haciendo las primeras entregas en Plaza Huincul donde fueron reconocidas sus bondades pese a tratarse de pozos de poca profundidad. Después se presentó en el Laboratorio de Florencio Varela un nuevo producto, el DENSOBAR, mezcla de baritina y hematita con una densidad de 4.40 gr/cm³, que también fue aprobado. Esto permitió usar la baritina que no llegaba con la especificación de densidad para generar un producto de densidad 4.40 gr/cm³.

Estos resultados generaron un incremento de confianza y estando estabilizada la producción me propusieron hacerme cargo del gerenciamiento de la empresa.

Posteriormente, al ver el éxito del óxido de hierro (hematita), otro prestador de servicios incorporó otro óxido de hierro (la magnetita), extraído de Sierra Grande, que generó serios problemas a ciertos equipos de medición por los campos magnéticos generados y debido al tamaño de partículas era muy abrasivo con los trépanos. Lamentablemente se suspendió el uso de los óxidos de hierro.

Recién a partir del inicio de la década del 2000 empezó a difundir-

se el uso de la hematita en los lodos de perforación petrolera. En la última década es el densificante que más está creciendo en la perforación de pozos petroleros. Inclusive se usa la mezcla con baritina, el Densobar ya mencionado.

Ya el paquete accionario de la Empresa había cambiado de mano, personalmente había hecho una buena experiencia en la administración de la empresa, en lo personal había madurado mucho, había adquirido buenas herramientas de planeamiento, determinación y análisis de costos, realización de balances contables, formulación y evaluación de proyectos.

Evalué que era momento de cerrar otra etapa e iniciar la siguiente, la de ser un emprendedor. Se lo hice conocer a los socios de la empresa y me quedé hasta que encontraron un reemplazo. Esta experiencia que parecía que sería intrascendente, fue muy valiosa en función de los conocimientos prácticos adquiridos en temas de mecánica y electricidad, como así también sobre la administración de una empresa en la que tenía escasa formación. Ello me dio mucha confianza en mis etapas siguientes.

■ LA PERDIDA DE UN MAESTRO Y UN AMIGO

Estaba en mi casa de fin de semana, esa mañana del domingo 15 de mayo de 1983, cuando Elio (Gonzo)⁸ me fue a avisar que acababa de fallecer Rolando (Poppi). Fue un golpe tremendo, una tristeza sin límites. Murió como seguramente él hubiera modelado su final, sentado en el escritorio de su casa jugando con algunas ideas o escribiendo algún trabajo, esperando a su esposa y a su pequeño hijo Federico, (que eran las personas que más amaba y rompían todas sus corazas) esperan-

do que le avisaran que ya era hora de salir para ir a misa (nunca que ocurriera en esa hermosa etapa de su vida). Quien mejor describió su personalidad fue alguien a quien él no lo consideraba su amigo, pero lo respetaba, el Dr. Alberto Cassano.⁹ Ramón Cerro¹⁰ completó correcciones que debían hacerse en su trabajo póstumo, sobre ecuaciones de cambio generalizadas.

Rolando estaba viviendo una de las mejores etapas de su vida disfrutando de su hijo Federico a pleno. Hacía pocos meses que había participado en el Aiche 1982 *Annual Meeting*, realizado en los Ángeles, CA, entre el 14 y 19 de noviembre. Había presentado allí un trabajo de autoría conjunta sobre Principios de los Procesos de Cristalización. Una semana antes de que Rolando (Poppi) falleciera, había llegado al INBEMI el contador y medidor de tamaño de partículas, el equipo que se necesitaba para hacer las pruebas específicas para validar lo que sería una nueva teoría de cristalización. Fue un maestro, un gran amigo. Con su deceso el CONICET perdió otra mente brillante,

■ EMPRENDEDOR TECNÓLOGO

En 1984 inicié la etapa de emprendedor. Sabía genéricamente qué quería manufacturar: productos a partir de materias primas que tenía la región que tuvieran mercado de exportación. De las muchas posibilidades que cumplían estos requisitos en principio elegí el boro. Era un elemento del que la región disponía en ese momento de minerales abundantes. Tenía claro que era difícil competir en un mercado desarrollado, pero estaba convencido que podía hacerlo; no iba a ser fácil, por el contrario, el camino iba a ser difícil y duro. Sobre todo, con un capital monetario inicial prácticamente nulo (el equivalente a USD 20.000).

Me enteré de que había un predio de una hectárea, que estaba abandonado hacía varios años, y había posibilidad de alquilarlo. Además, sabía que se había adquirido y habilitado para producir bórax decahidratado a partir del mineral tincal, cuando la provincia de Salta tenía, en ese momento, la potestad de cobrar las regalías mineras en pesos o en su equivalente en mineral extraído. Lamentablemente no habían logrado producir nada. Tenían tres tachos (dos que podrían ser utilizados como cristalizadores y uno como reactor), una caldera, un tanque de depósito de fuel oil y un horno rotativo para secado. Faltaba incorporar un tanque para almacenar el ácido. El galpón era muy precario, sin piso. Pero tenía baños para el personal y una oficina. Era la oportunidad, a pesar de que todo mi capital personal era el equivalente de USD 20.000.

La idea era comenzar produciendo ácido bórico. En el mundo el ácido bórico se fabricaba y se fabrica aún, con ácido sulfúrico como agente lixiviante del boro que contienen distintos minerales de boro. Existían en ese entonces en Salta dos empresas productoras que utilizaban ese ácido para hacer la extracción.

Para ser competitivo sabía que tenía que innovar, no podía usar el mismo camino recorrido por quienes eran nuestra competencia porque, en experiencia y económicamente eran mucho más fuertes. En el análisis de alternativas surgió que en la región había dos plantas de cloro soda que se habían instalado para obtener el hidróxido de sodio necesario para producir papel a partir del bagazo de la caña de azúcar. Una planta era la de Ledesma y la otra de Papel de Tucumán. El proceso cloro álcali (o cloro soda) produce además del hidróxido de sodio que necesitaban, cloro e hidrógeno, que com-

binados dan ácido clorhídrico. Para las papeleras, este ácido clorhídrico era más bien un problema, tenían que neutralizarlo de alguna manera antes de liberarlo al ambiente.

Hice contacto con directivos de Ledesma con los que acordamos una reunión en una fecha de esa misma semana. Fui recibido por el Sr. Mariano Gil, quien de entrada se mostró interesado por la posibilidad de que consumiera ácido clorhídrico y puso énfasis en que el Ingenio ponía a disposición todo el ácido que necesitara. Por otra parte, cuando hablamos de precio señaló que a los efectos de la registración contable de la salida del producto se iba a dar un valor simbólico, que en pesos de ese momento era el equivalente a 5 USD/Ton de producto. Con este acuerdo había avanzado en una parte importante del proyecto. La misma acogida tuve también con Papel de Tucumán SA.

Seguí adelante con el orden de prioridades lograr el abastecimiento de mineral ulexita (borato de sodio y calcio), para ello hablé con Don Omar Espinoza, que explotaba yacimientos de ese mineral de quien recibí el mayor apoyo, sin lugar a duda era el minero que más conocía sobre explotación de boratos y se comprometió a entregarme un mineral con una ley del 30% en anhídrido bórico.

Más allá del precio, el ácido clorhídrico también tenía las ventajas técnicas para procesar el mineral ulexita, ya que el óxido de calcio que contenía era extraído como cloruro de calcio soluble de manera que el sólido en solución era bajo y de fácil separación. La concentración de trabajo era mucho más alta, los volúmenes para alcanzar una dada cantidad de producto de cristalización eran bastantes menores lo que permitía que con los mismos

volúmenes de equipos se alcanzara una mayor producción. Los rendimientos de proceso eran muy superiores a los que tenían la competencia local.

En el período entre el último trimestre del año 1984 y la primera mitad del año 1986 fue una etapa en la que nuestra empresa, bautizada *Norquímica* fue creciendo lentamente, pero en forma sostenida, siempre trabajando en el mercado de Brasil. En julio se hizo un acuerdo por cuatro meses con entregas de producto, entre los meses de setiembre a diciembre, con una empresa comercializadora italiana AGENA Spa, que como medio de pago utilizaba Cartas de Crédito. Esto nos facilitó el crecimiento de la empresa. Era la materia pendiente que se tenía, la financiación.

El primer embarque asignado era para los primeros días de setiembre, se despachó bien en término a los dos o tres días recibí una documentación enviada como pago, fui al Banco Enseguida tuvimos acreditados los fondos de la carta de crédito. Con lo cual *Norquímica* pasó a ser una empresa con cierta liquidez. El Gerente de Comercio Exterior del Banco Provincia visitó "la planta", al ver lo que se estaba facturando con esas instalaciones y esos equipos, que eran la nada misma, nos pidió una actualización de documentación de ventas y la semana siguiente estábamos autorizados, por el Directorio del Banco para hacer operaciones de cesión de facturas de ventas realizadas a Brasil.

Al llegar a fines de Diciembre de ese año en lugar de los cuatros contenedores con ácido bórico comprometidos se entregaron 15, el proveedor que asumió compromisos de entregas de 30 contenedores, sólo despacho 16 y el que entregaría 20 despacho sólo 8. A partir de ese

momento pasamos a ser el principal proveedor de AGENA Spa.

Los años 1987/88 fueron de fuerte crecimiento para Norquímica por política de ventas aumentamos la participación en el mercado brasileño y se hizo más fuerte el incremento de ventas en el mercado del resto del mundo, seguíamos mejorando el proceso y mejorando los rendimientos mientras muchas eran las empresas exportadoras que aumentaban el espacio de sus oficinas financieras frente a la brecha entre el dólar oficial y el paralelo, en ese periodo Norquímica compró un muy buen yacimiento de ulexita en la Puna salteña.

En el primer semestre de 1988 NORQUÍMICA, previo pedido de uso conforme a la Municipalidad, adquirió un terreno en la zona industrial de Estación Alvarado, Salta. Eran casi 2 hectáreas colindantes con el alambrado del Ferrocarril C14. El terreno tenía 800 m de frente con una forma rectangular que luego iba cerrando en forma triangular en sus últimos 100 m. La calle había sido pavimentada el año anterior, con motivo de la visita del Papa Juan Pablo II a Salta, para ser utilizada como ruta alternativa de escape, ante algún escenario de seguridad que pudiera ocurrir. Empezamos a diseñar la planta de NORQUÍMICA con cuatrocientos metros cuadrados de administración que incluía Sala de Reunión, oficinas, depósito de repuestos menores, baños y vestuario de personal y sala de radio. Luego había 3.000m² para depósito de mineral y de planta de producción, se incorporaron caminos pavimentados internos, báscula de pesada de camiones y una vía de desvío ferroviario que ingresaba a la planta para descarga de vagones de mineral que provenían de la cordillera dentro de la planta.

Mediante un convenio que suscribió la Cooperativa Tabacalera de Salta con NORQUÍMICA en conjunto se financió la extensión de un gasoducto de alta de varios kilómetros, más las plantas reductoras, que tuvieron un costo alto, que se hicieron en cada predio, para suplir las necesidades energéticas. NORQUÍMICA ese año superó el USD 700.000 en ventas.

En el año 1989 NORQUÍMICA comenzó a construir sus propias instalaciones y al mismo tiempo a fortalecer su participación en el mercado brasileño del ácido bórico. Se observaba que esta área estaba bastante desatendida; en el segundo semestre se diseñó una estrategia de comercialización con un agente de venta brasileño.

En 1989 habiendo consensuado previamente con AGENA la disminución de despachos de productos, NORQUÍMICA invirtió la relación de ventas entre Brasil y el resto del mundo, se montó una oficina en San Pablo y se desarrolló un buen servicio de posventa.

Con posterioridad a que NORQUÍMICA, que arrancó con nada, empezara a entrar en una fase importante de crecimiento (1987-1988) se crearon cinco empresas pymes productoras de ácido bórico. A fines de diciembre del año 1989 fuimos afectados por el Plan Bonex del Gobierno Argentino que confiscó los fondos de ahorro de las cuentas bancarias; era la plata ingresada por cobros de exportaciones, que estaba destinada a la compra de los últimos equipos de procesos que quedaban para completar la planta de producción de ácido bórico.

La Guerra del Golfo de 1991 modificó el escenario económico mundial con aumento del precio del petróleo y caída del precio de las co-

modities. Esto aceleró y magnificó lo que habíamos previsto, las empresas argentinas dejaron de ser competitivas, de ocho empresas productoras de ácido bórico que había, dos de ellas eran muy fuertes, en la segunda mitad de los noventa la única que quedó operando a fines de 1992, fue NORQUÍMICA que en ese año superó los USD 3.000.000 en ventas.

A fines de 1994 en los primeros días de diciembre estuvo en Salta una delegación importante del banco privado de origen nacional que estaba interesado en incrementar su cartera de empresas exportadoras. Previamente el Gerente local nos había pedido presentar toda la documentación y nuestro Plan de Negocios. En la reunión que tuvimos nos solicitaron que NORQUÍMICA fuera cliente con exclusividad en sus operaciones de comercio exterior a través del banco. A cambio el banco se comprometía a apoyar con el capital necesario para aumentar las exportaciones. Como consecuencia de esta reunión, que fue clave para el futuro de NORQUÍMICA, de inmediato se presentó toda la documentación para la apertura de cuentas, calificación bancaria y análisis de riesgo. En muy pocos días tuvimos la cuenta operativa para todo tipo de transacciones.

A los pocos días hizo eclosión el "Efecto Tequila", una devaluación descontrolada de la moneda mejicana que actuó por efecto "contagio" sobre el sistema bancario argentino. Este entró en crisis, hubo una fuerte pérdida de liquidez; al mismo tiempo en Brasil que en ese momento no tuvo ningún problema financiero, la industria cerámica, con tecnología de punta entró a crecer a un ritmo mucho mayor al que lo venía haciendo y NORQUÍMICA como proveedor exclusivo no podía evitar el tener que aumentar su producción al mismo ritmo de ellos. El escena-

■ TECNÓLOGO EMPRESARIO

rio se completaba en este sentido: si bien NORQUÍMICA venía de años muy buenos todas sus utilidades las había usado en inversiones en yacimientos de ulexita, campamentos en la cordillera, terrenos para construcción de planta, construcción civil, nueva planta de producción, kilómetros de gasoductos de alta presión y planta propia reductora de gas para la provisión de energía térmica, desvío ferroviario con ingreso de mineral a planta. Además, el Plan Bonex nos había confiscado depósitos, ni bien recibimos los Bonos los vendimos recuperando menos de un 30% de su valor. Todas las inversiones se las hicieron pensando en consolidarse para avanzar en un mercado mucho más grande y competitivo. NORQUÍMICA tenía una gran solidez, pero ahora enfrentaba una crisis de liquidez.

Diciembre fue un mes difícil, diariamente interactuábamos con la gerencia de riesgo informándole sobre nuestras ventas y previsión diaria de ingresos. En enero de 1995 los clientes aceleraron los pagos para apoyarnos, febrero fue un poco más estable y en marzo comenzamos a normalizarnos en la cadena de cobros y pagos, justo en el momento en que los bancos empezaron a sufrir un incremento en las pérdidas de depósitos, que se volvió más intenso en abril previo a las elecciones presidenciales. Ante la incertidumbre de los resultados, los dos efectos se sumaron.

Al finalizar el 1995 al hacer un balance de un año que fue tan duro, como desgastante y financieramente muy riesgoso, NORQUÍMICA había superado los USD 7.000.000 de facturación. Con el Banco y con nuestros clientes esta crisis fue una prueba de confianza mutua muy grande, tanto para ellos como para NORQUÍMICA, de la cual todos salimos fortalecidos.

Al regresar de las vacaciones en enero de 1996, recorriendo la trayectoria de NORQUÍMICA y sus indicadores económicos, era más que evidente había superado la etapa de ser un emprendimiento, ya era una empresa. Era importante, NORQUÍMICA estaba desde 1994 entre las 10 empresas que más exportaban en la provincia de Salta. A partir de la crisis del Tequila en 1995, alcanzó a tener **una participación en el mercado de Brasil de ácido bórico del 67%. Éramos proveedores exclusivos del 90% de las empresas de cerámicas que eran empresas multinacionales.** NORQUÍMICA era la única empresa que producía ácido bórico en Argentina, todas las demás ya hacían varios años que habían desaparecido. En los dos últimos años, en lo personal, había acrecentado mi rol de empresario frente al de Tecnólogo.

Después de esta crisis mundial que NORQUÍMICA había atravesado y pudo salir airoso, se entendió que se debía a hacer un análisis de la empresa destinado a evaluar sus debilidades y sus fortalezas frente a estos escenarios.

El primer punto de análisis fue el del análisis financiero: 1. Estaba claro que el Banco de capitales nacionales cumplió con los compromisos asumidos semanas antes que se desatara la crisis financiera. 2. El banco confió o tuvo que confiar en NORQUÍMICA, en esto fue determinante la convicción con la que actuó la empresa. La conclusión en este punto era simple: se debía incrementar la capacidad de financiamiento de la empresa, de común acuerdo con el banco que nos había asistido hasta ese momento, incorporamos a otras entidades de la plaza a nuestra cartera financiera. El segundo punto de análisis era la posibilidad de brindar

los servicios de posventa como los que estábamos realizando en Brasil en cualquier otro lugar del mundo, para expandir las ventas y reducir la exposición a un solo punto geográfico. Se entendió que por las características del mercado y los precios de las commodities iba a ser difícil o más bien imposible hacerlo. Se entendió que era el momento de ampliar la producción incorporando especialidades de boro. La conclusión de este punto de análisis fue que NORQUÍMICA debía incursionar en el mercado de las especialidades de boratos. Esto trajo nuevamente al escenario al tecnólogo.

A partir de ahí NORQUÍMICA comenzó a avanzar en el plan de negocios global. Consultamos con todas con todas las cerámicas con las que, en el último trimestre de 1994, les ofrecimos preparar una "frita" de ulexita (ulexita anhidra vidriada) que podría ser utilizada en pisos de vivienda de menor costos, con una buena estética. Habían hecho la prueba con muestras que le habíamos dejado en nuestras visitas y estaban interesados en hacerlo en escala industrial.

Decidimos hacer el proyecto de especialidades de boro en instalaciones ubicadas en el parque industrial de Salta. Me puse en contacto con una empresa instalada ahí que tenía algunos equipos particulares que podrían ser de mucha utilidad para el proyecto que se quería encarar. Era un productor de sulfato de sodio; la extracción del mineral se hacía en el salar de Río Grande (Puna Salteña) y la refinación en el parque industrial de la ciudad de Salta. La construcción civil era muy chica, pero tenía un terreno grande. Cuando se estableció el contacto con el dueño de la empresa me comentó que ya hacía varios meses que la planta estaba prácticamente parada. Cuando le pregunté si los

equipos estarían en condiciones de realizar una experiencia industrial, su respuesta fue positiva. Además, no tenía inconvenientes en que usara las instalaciones, lo único que advirtió es que ya hacía tiempo que no tenía operarios, con lo cual si necesitaba ayuda debía llevar el personal necesario.

Acordamos los detalles de la operación para realizar las experiencias la semana siguiente. Tal como fue previsto se ejecutaron todas las actividades programadas con resultados positivos en algunos de los casos y en otros no los esperados, pero creía entender los por qué y estaba convencido del camino para resolverlo. En conclusión, Se empezó a acelerar el ritmo para producir especialidades de boro.

En el mes de julio, previos intercambios telefónicos, arribaron a Salta los accionistas de AGENA SRL la empresa italiana con la cual había diez años que habíamos iniciado un vínculo comercial que fue el que nos permitió, desde el punto de vista financiero el fuerte desarrollo, que posteriormente tuvo NORQUÍMICA. Cuando nos reunimos nos propusieron ser parte de una alianza estratégicas de cuatro empresas extranjeras para la compra de una empresa productora de ácido bórico, en un país vecino en la que NORQUÍMICA tendría el rol de ser el responsable de la producción. De entrada, entendimos y así lo manifestamos que era un proyecto inviable para NORQUÍMICA que ya había analizado el mercado de ácido bórico. Por otra parte, se había tomado la decisión de que los incrementos y excedentes de ácido bórico se canalizaran a la producción de especialidades de boro. De todos modos, le ofrecimos a AGENA participar, en el proyecto de NORQUÍMICA sobre producción de especialidades de boratos y acordamos que si no concretaban

su proyecto como máximo hasta setiembre, ellos se iban a incorporar al nuestro.

Ya se había concretado la compra de las instalaciones en el parque industrial para la instalación de la planta de anhidración del mineral ulexita. Se inició la puesta en marcha de la planta y se obtuvo una muy buena “frita” de mineral, que se destacaba por la estabilidad de su composición. Enseguida se empezó a expandir ese mercado con las empresas productoras de cerámica. Fue un mercado interesante que se sumó al que ya tenía NORQUÍMICA en Brasil. Además, a partir del segundo semestre de 1995 había empezado a aumentar la participación en el mercado interno argentino que, si bien era chico, comparado con el de Brasil, era estratégico para la presencia de la empresa en el mercado

La planta de deshidratación de ulexita ya estaba funcionando a pleno en el parque industrial de Salta. Se empezó a estructurar el proyecto para producir especialidades de boro, ya en base al predio donde había realizado las primeras experiencias, dado que ya se había firmado un boleto de compra.

En la primera semana de setiembre AGENA Spa informó sobre su decisión de integrarse al proyecto de producción de especialidades de boro, en los términos que habíamos conversado en el pasado mes de julio; al mismo tiempo nombró en Argentina un representante. En noviembre se terminaron todos los trámites de inscripción de la de la empresa con el nombre de **AGENOR SA** usando la conjunción de nombres **AGENA** y **NORQUÍMICA**.

Al finalizar el año la facturación de NORQUÍMICA superaba los USD 8.000.000, se seguía incorporando reservas mineras de ulexita.

Después del Grupo Rio Tinto era la empresa que más reservas de boro tenía en nuestro país. Hay que tener en cuenta que el litio y el boro, en particular en el caso del mineral ulexita, ambos conviven en la misma superficie. Esto implicaba que NORQUÍMICA era poseedor de las segundas mayores reservas de litio en nuestro país. Esto era una parte interesante de las reservas de boro y de litio en el mundo.

En 1997 se comenzó el año con la expectativa de consolidar AGENOR para que fuera la tercera empresa en incursionar en el mercado mundial de las especialidades de boro hasta ese momento, había sólo dos. Dentro de ese esquema se trabajó en Norquímica en un proyecto para producir bórax decahidratado como fuente de abastecimiento a AGENOR SA, además de agregar un nuevo producto al mercado de Brasil.

Estábamos avanzando sobre estos proyectos, cuando comenzó una nueva crisis económica mundial “la crisis de los países Asiáticos” con los habituales síntomas: un país que devalúa, desconfianza de los inversores que retiran sus fondos, se produce el “efecto contagio” en países en los que el mercado supone que estarían en condiciones similares. Brasil seguía creciendo, pero todos sabíamos que estaba en dificultades; el efecto Tequila le había impedido al Presidente Cardoso hacer una devaluación del real. Los plazos de pago de las exportaciones se dilataban. De todos modos, al finalizar el impacto más importante de la crisis del Tequila, ya habíamos resuelto los problemas financieros en conjunto NORQUÍMICA y nuestro banco. Si bien habíamos respetado los acuerdos, y la confianza que habíamos adquirido uno de otro era fuerte, se resolvió terminar con el acto de exclusividad, y si bien sería cartera

mayoritaria, trabajaríamos con la mayor cantidad de bancos posibles. Esto ya lo habíamos resuelto en el segundo semestre de 1995, con lo cual NORQUÍMICA tenía una buena liquidez.

Con la incorporación de nuevas líneas productivas, ulexita anhidra o "frita de ulexita" y bórax decahidratado NORQUÍMICA supero los USD 10.000.000 anuales, la cantidad de empleados superó los 140 entre personal administrativo, planta, yacimientos, transporte de mineral y transporte de ácido. Sólo en la flota de camiones había más de quince unidades. Teníamos maquinistas de palas cargadoras, auto elevadores, personal de mantenimiento de equipos. Las severas condiciones climáticas y sus caminos con calamina hacían necesario tener un buen mantenimiento preventivo y una mecánica ligera correctiva.

En este ciclo me daba cuenta de que ya era más empresario que tecnólogo, en lo personal, y eso para mí no era un buen proyecto de vida. Esperaba que AGENOR fuera motivante en el desarrollo de nuevos desafíos tecnológicos.

En 1998 continuaba la crisis Asiática y se inició el default ruso, en el inicio del año se expusieron las dificultades financieras de Brasil, en el mes de Febrero el gobierno obligó a sus importadores a diferir en treinta días todos los vencimientos de pagos de las importaciones recibidas. Pese a los pedidos diplomáticos, entre ellos de la UE el gobierno de Brasil no revirtió la medida. Para NORQUÍMICA esto originó un desfasaje de USD 900.000 en su caja. Fue una prueba importante, un problema más resuelto, con apoyo del Banco y nuestros proveedores, pero que no tenía ningún desafío tecnológico.

En ese año NORQUÍMICA fue distinguida por el Centro de Estudios Empresariales de la República Argentina, por su trayectoria empresarial; con el Premio República de Oro en el rubro Minería. Entre los que habían sido reconocidos, esa noche, con el mismo premio, me viene al recuerdo Aeropuerto Argentina 2000 y sin lugar a duda el Dr. Dan Beninson,¹¹ en este caso como distinción a su trayectoria personal. Mientras tanto, ya AGENOR había empezado, desde el año anterior, a exportar especialidades de boro.

En el segundo semestre de ese año recibimos una oferta conjunta de dos grupos empresarios españoles para hacer en forma asociada un desarrollo importante de mercado de productos de boro, tanto en Europa como en Asia ambas tenían empresas controladas en Argentina. Una de ellas tenía vínculos con la minería en España. A principios de octubre se firmó un preacuerdo y se inició un *due diligence*,¹² que terminó a mediados de noviembre. En lo personal el preacuerdo, significaba el dedicarse al desarrollo de procesos, productos y mercados, de hecho, con una participación plena en las decisiones de Directorio. Era de alguna manera lo que venía buscando, tener la oportunidad de volver a ser tecnólogo empresario.

El año 1998 cerraba para NORQUÍMICA, con AGENOR que había empezado a producir, superando los USD 11.000.000 anuales de facturación y la **cantidad de puestos de trabajo eran de 180 personas**. Con una posibilidad muy firme de ser parte importante de una empresa multinacional. Pero también con una crisis financiera de Brasil, que ya la estábamos viviendo, con fuertes restricción en los pagos por parte de los importadores, porque sabían que se iba a producir una fuerte devaluación del real.

En enero del siguiente año (1999), se produjo una mega devaluación del real que de valer más que un dólar estuvo cerca de necesitar 3 reales para comprar un dólar, todo esto entre los meses de enero y marzo. Como toda crisis: devaluación, retiros de fondos especulativos, déficit de la balanza comercial, mayor déficit público, fuertes desequilibrios y necesidad de nueva ayuda del FMI.

El 8 de marzo de 1999 una reunión que acordamos realizar en conjunto con el Directorio, de la Empresa DyCASA, juntamente con un representante de Unión Fenosa, en su Sede de Avda. Alem en Buenos Aires, para firmar el contrato que ya habíamos previamente acordado y luego que las Asambleas de ambos grupos económicos habían aprobado el acuerdo alcanzado. Esa mañana Manuel Vázquez informó que Unión Fenosa desistía de la operación, ya que la Asamblea de Accionista había decidido retirar todas sus inversiones en Latinoamérica.

Pasaron tres semanas más y el real se estabilizó en 2,17 por dólar. Los capitales de las empresas empezaron a fluir y enseguida nos empezaron a normalizar las exportaciones adeudadas y lentamente comenzaron a reactivar los pedidos de productos.

Esta mega devaluación iba a tener impacto sobre la economía Argentina. Todas las crisis ocurridas en esa década de los 90 se fueron superando (seguramente sin la convertibilidad habría estallado nuestro país), pero de todos modos cada crisis dejó sus cicatrices. Lamentablemente no habíamos desarrollado suficientemente las especialidades de boratos y ya sabíamos que cada una de las crisis tuvo impacto sobre los precios de las commodities con lo cual era difícil predecir un escenario.

No pensé demasiado, la decisión fue rápida. Nos reunimos con mis socios, en esa oportunidad les hice conocer lo que entendía en lo personal sobre el futuro de nuestra empresa, que había llegado el momento de reestructurar NORQUÍMICA, y re-

pensar su futuro. Deliberamos sobre todos los aspectos de la empresa, en particular sobre su conducción, tras lo cual abrimos un compás de espera de máximo hasta final de año, durante ese período, en lo personal iba a tomarme un descanso/vacacio-

nes y en el regreso continuaría sin ejercer la conducción y convinimos que, luego de ese período, tomaríamos la determinación final. Sobre el final de ese año Río Tinto nos hizo una propuesta de adquisición de yacimientos, que después de una ne-



Tres vistas de las instalaciones de AGENOR en San Antonio de los Cobres.

gociación que se prolongó durante el año 2000, entendimos que habíamos llegado a una oferta razonable y se cerró la operación.

■ LOGROS ALCANZADOS POR NORQUÍMICA

Los 15 años de operación de NORQUÍMICA fueron una experiencia intensa de interacción entre el logos la praxis y la economía, esta última no sólo vinculada con la empresa que es lo normal que ocurra sino también con la economía a escala mundial. Años totalmente enriquecedores, se valoró la importancia de la innovación, se aprendió a competir y estar a la altura con las empresas más importantes en el mundo. Aprendimos las debilidades y fortalezas de ser Pymes productivas tecnológicas innovadoras; se incorporó conocimiento empírico en procesos de negociación. Se logró una muy buena experiencia de comercio exterior, se pudo superar crisis económicas mundiales y de cada una se originó una oportunidad:

Crisis del Golfo (1990-1991): NORQUÍMICA siguió aumentando sus ventas fuertemente e inauguró su Planta propia de producción de ácido bórico en la zona industrial de Estación Alvarado, Salta. Las otras ocho empresas productoras de ácido bórico radicadas en Salta cerraron.

Crisis del Tequila (1994-1995): Lamentablemente muchas empresas de distintos rubros, entre ellos dos o tres bancos cerraron sus operaciones. NORQUÍMICA aumentó un 40% sus ventas en el mercado externo y abrió un mercado muy importante con relación a su magnitud total. En ese período aumentó sus puestos de trabajo.

Crisis de los Países Asiáticos (1997-1999), crisis del default Ruso (1998) y mega devaluación de Bra-

sil (1999). Entre 1996 y 1998 las exportaciones de NORQUÍMICA siguieron creciendo en 1998 alcanzaron su máximo y en 1999 ya no se hicieron esfuerzos por aumentar las exportaciones. Se advirtió a nuestros clientes que seguramente en el primer trimestre discontinuaríamos nuestra producción. Mantendríamos un stock hasta que consigan proveedor de reemplazo.

En cuanto a los logros después de un inicio alquilando un predio: Cuatro años después (1989) NORQUÍMICA empezó a operar en sus propias instalaciones, Planta de Producción de Ácido Bórico Zona industrial Estación Alvarado. Salta 3000 metros cuadrados 19000 metros cuadrados de superficie total, báscula de pesada de camiones y desvío ferroviario. Cuando cerró su actividad productiva tenía además una planta deshidratadora de Ulexita y una Planta Multipropósitos de especialidades de boratos como socios mayoritarios en conjunto con AGENA Spa. Entre las necesidades de personal en estas plantas y el personal necesario para la de extracción de mineral en los Campamentos mineros de Salar Centenario y Salar Diablillos, se generaron 180 puestos de trabajo. La participación en el mercado de ácido bórico de Brasil fue del 67%. Fuimos proveedores exclusivos del 90% de las empresas multinacionales de cerámica. Este fue el mayor reconocimiento recibido: ocupar este espacio de mercado en un país, como Brasil, que está entre las 10 economías más grande del mundo **y en cerámicas** era el tercer exportador mundial, liderado por las empresas multinacionales.

Desde el año 1992 única empresa productora de ácido bórico en Argentina. Poseedora de las segundas reservas del mineral ulexita en Argentina después de la multinacional Rio Tinto. Dado que el litio

comparte la misma superficie que el boro en el mineral ulexita, esto equivale a poder decir que NORQUÍMICA tenía las segundas reservas de Litio, después de Rio Tinto en Argentina, en el año 1999 cuando ya estaban produciendo carbonato de sodio FMC en Salar de Hombre Muerto y SQM en Chile. En los últimos tres años de su operación la facturación anual estuvo por encima de los USD 10.000.000 para vincularla con el presente sería una empresa que en ingresos por ventas (al tipo de cambio oficial) tendría que contabilizar un monto del orden de los \$ 10.000.000.000 anuales (Pesos Diez mil millones anuales).

■ A MANERA DE SINTESIS Y REFLEXIONES DE CIERRE

Esta es mi historia de vida, vivida con intensidad, seguramente parecida a la de muchísimos otros profesionales con muchos más y mejores logros y méritos. En mi caso, la impronta personal buscada fue la de poder desarrollar mi actividad tratando siempre de vincular el logos con la praxis, buscando, en todo momento de integrar la díada texto-mundo. Disfruté de mi vida académica, cuando me tuve que retirar porque la ley me obligaba, lo hice con 51 años de docencia universitaria, parte en la UNT (1965-1972) y el resto en la UNSa. (1972-2016), en los que iniciando como Auxiliar Docente Alumno (1965), y luego a través de ir ejerciendo todos y cada uno de los cargos de la carrera Docente llegué a ocupar el cargo de Profesor Titular en la materia Diseño de Procesos. Tuve un periodo entre los años 1968 y 1977 dedicado exclusivamente a la investigación y a la docencia universitaria. La gestión académica la inicié como consejero estudiantil en calidad de representante alumno en el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de Naturales sede Salta de la Universidad Nacional de

Tucumán en 1965-1966. He sido miembro como representante de docentes auxiliares graduados en la Comisión del año 1971 de Creación de la Universidad Nacional de Salta; Comisión que -como cierre a todo lo actuado con relación a la propuesta de organización de la Universidad y como parte del mandato otorgado por el Ministerio de Educación de la Nación- por votación propuso al Ministerio de Educación Nacional, la designación del Ingeniero Roberto Germán Ovejero como primer Rector organizador de la UNSa. He integrado la comisión de Escuela de Ingeniería Química y he sido su presidente en varios periodos. Miembro de todas las comisiones de análisis, adecuaciones y cambios de Plan de Estudio de Ingeniería Química de la UNSa., aún hasta del que se encuentra en vigencia en el presente. Consejero Titular en representación el Claustro de Profesores Regulares del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería (2004-2006). Decano de la Facultad de Ingeniería de la UNSa (1980-1983).

En la gestión de investigación he sido representante de la Facultad de Ingeniería en el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSa) en distintas oportunidades. Miembro de la Comisión Honoraria de Ingeniería Química del CONICET (1991-1994), Presidente de la Fundación INNOVAR SALTA Unidad de Vinculación de la Ley 23.877 de PROMOCIÓN Y FOMENTO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, constituida por el Gobierno de la Provincia de Salta, la Universidad Nacional de Salta, la Universidad Católica de Salta, la Unión Industrial de Salta y el INTA. En esos momentos el INTI no tenía representación en Salta (1993-1995).

En términos personales, en marzo de 2019, el Presidente de Finlandia me otorgó la Condecoración con

la Orden de Caballero de León de Primera, en mérito a la trayectoria personal y servicios brindados a la República de Finlandia. Previamente, en el año 2006, había sido distinguido por este mismo país, nombrándome su representante en Salta, designándome como Cónsul Honorario de Finlandia en Salta representación que ejerzo hasta el presente.

En el plano de las reflexiones quiero enfatizar que los logros alcanzados fueron en base a esfuerzo más la formación adquirida en nuestro sistema de educación pública, complementadas con los apoyos brindados por CONICET, desde los inicios de mi formación como investigador científico y luego en mi etapa de perfeccionamiento y posteriormente designándome como miembro de la Comisión Honoraria de Ingeniería Química (1991-1994) me dio la oportunidad de conocer al CONICET desde la gestión.

Cuando se analiza nuestro país, el modelo de exportar mayoritariamente comodities no es sustentable, la actividad extractiva de nuestros recursos naturales necesita de grandes capitales y conocimientos que nuestro país no tiene. Lo que si se posee es la capacidad para desarrollar procesos para que a partir de una commodity extractiva que provenga de actividad agrícola, minera, energética (sólo para dar ejemplos), se puedan lograr especialidades, productos de alto valor agregado. Para lograr esto la única estructura que se tiene hoy es la de CONICET. No hay que crear cargos, no hay que aumentar ninguna estructura física, hay que reasignar roles. Hay que avanzar fuertemente en el desarrollo de la formación de tecnólogos que tengan la actitud para ser emprendedores.

El soporte de la Ciencia que implica además de ampliar la frontera del conocimiento, el desarrollo del

pensamiento abstracto y una metodología, de trabajo es una condición necesaria pero no suficiente para formar buenos tecnólogos.

Ciencia y tecnología tienen un tronco común, pero a partir de una etapa los caminos deben bifurcarse. La diferencia en la solución de los problemas que enfrenta cada uno estará dado en cuatro parámetros: 1) el criterio de bondad con el que debe fijar los grados de libertad del sistema con el que opera. 2) la escala de tiempo en la que debe moverse para encontrar lo buscado. 3) las herramientas que debe tener. 4) la evaluación de su trabajo.

Como científico: 1) en los trabajos que validen sus hipótesis, los grados de libertad de su sistema los fija aislando el fenómeno bajo estudio; de manera que, los resultados alcanzados se originen sólo en el evento bajo estudio. 2) en su tarea la escala de tiempo debería ser la de la contemplación. 3) debería contar con las mismas herramientas con las que se trabajan en la temática similar, en el mundo. 4) su evaluación debería estar vinculada con sus contribuciones que amplían las fronteras del conocimiento.

Es necesario que su escala de tiempo sea la de la meditación, que está asociada con la observación, la reflexión, la abstracción, dar tiempos y herramientas de trabajo para mostrar resultados.

Como tecnólogo, 1) para fijar los grados de libertad de su sistema, su criterio de bondad estará vinculado con la rentabilidad. 2) su escala de tiempo el de las urgencias. 3) sus herramientas serán solo aquellas con las que cuente. 4) la evaluación, por sus logros.

Durante muchos años nos hemos preguntado, hemos trabajado y se ha

sancionado una ley para ver cómo se transfieren conocimientos desde el sistema académico científico a las empresas productoras, quizás este puede ser un camino.

En el final de esta reseña quiero dar testimonio de que, sin la formación científica alcanzada, antes de iniciar mi actividad como emprendedor tecnólogo, no creo que hubiera podido estar contando a través de esta reseña que si se pueden obtener logros.

Hoy no me cabe duda de que esta reseña iniciada con una pregunta como título la respuesta es clara: si hay que lograr esa intersección. Caso contrario tendremos todas clases de recursos naturales, tendremos científicos muy valorados en el mundo, tenemos talentos profesionales en todos los casos a nivel personal. Pero lo cierto es que tenemos poco como país.

■ NOTAS

1 Mataco es el nombre histórico de la etnia wichi, que habita en el sur de Bolivia y en el Chaco argentino, especialmente en Salta. En la actualidad "mataco" tiene a veces connotaciones peyorativas, en las antípodas del uso que le da el autor al recordar sus compañeros de juegos de la niñez. [NdE]

2 Ver la Reseña del Dr. Juan Carlos Gottifredi en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-2-no-4-2014/>. [NdE]

3 Wilhelm Ostwald (1853-1932), fisicoquímico alemán, galardonado con el Premio Nobel de Química en 1909 [NdE].

4 Rutherford Aris (1929-2005) destacado ingeniero químico inglés. [NdE]

5 En 1965 Arturo Oñativía, entonces Ministro de Asistencia Social y Salud Pública de la Nación, durante la presidencia de Arturo Illia, creó el *Programa Nacional de lucha contra el Bocio Endémico* y comenzó la redacción de ley de yodación de la sal de mesa. Paradójicamente esa ley, la 17259/67 fue sancionada por el gobierno de la autoproclamada "Revolución Argentina", de Juan Carlos Onganía después de derrocar al gobierno constitucional. La expresión "Ley Oñativía" se refiere a veces a dos leyes sancionadas durante el gobierno de Illia en 1964, que regulaban la producción y venta de medicamentos. Se especula que esas leyes fueron uno de los detonantes del golpe que derrocó el gobierno constitucional en 1966. [NdE]

6 El INBEMI se creó el 27 de Noviembre de 1980, por iniciativa

del Ing. Rolando F. Poppi y sus colaboradores. [NdE]

7 Ver Reseña del Dr. José Viramonte en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-5-no-2-2017/>. [NdE]

8 Elio Gonzo, ingeniero químico salteño, que fue director del INIQUI (Instituto de Ingeniería Química) de Salta. [NdE]

9 Ver reseña del Dr. Alberto Cassano en <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-1-no-1-2013/>. [NdE]

10 El Dr. Ramón Cerro, ingeniero químico santafecino, primer director del INGAR, instituto de CONICET dedicado a la Ingenierías de Procesos Químicos y de los Sistemas de Información para ambientes industriales. [NdE]

11 El Dr. Dan Beninson (1931-2003) fue un especialista en seguridad nuclear reconocido internacionalmente, que llegó a presidir la Comisión Nacional de Energía Atómica. [NdE]

12 Una *due diligence* (o diligencia debida) es el proceso de investigación y análisis que un inversor interesado en adquirir o invertir en una compañía realiza para entender la verdadera situación de la empresa (tanto a nivel operativo, legal, financiero o comercial) y descubrir posibles riesgos asociados con la operación. [NdE]