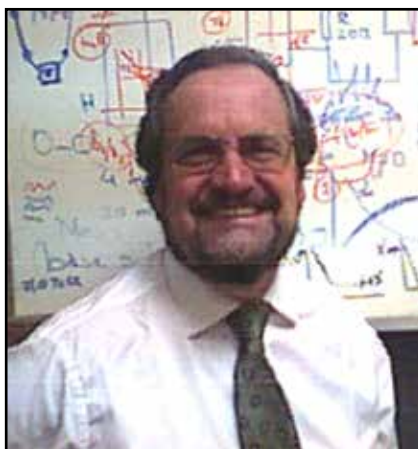


Carlos R. Apesteguía

por Teresita F. Garetto

Es un honor y a la vez un desafío escribir una nota de presentación de quien ha sido tutor y guía en mis comienzos sobre investigación en Catálisis.

Carlos Rodolfo Apesteguía “El Vasco” es Ingeniero Químico egresado de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral en 1971. Apenas egresado de la FIQ comienza a trabajar en la cátedra de Procesos Unitarios en la cual ya se desarrollaban actividades de investigación en el Instituto de Catálisis, sobre procesos catalíticos heterogéneos, que fue la base para la creación del Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE). En este ámbito era donde desarrollaba las actividades docentes y de investigación. La línea de investigación que se desarrollaba en esos tiempos estaba orientada a la caracterización de la fracción metálica de catalizadores metálicos soportados, con base en el catalizador de reformado de naftas, como así también a los estudios de sulfurización y tiorresistencia. Mi ingreso al grupo de investigación es en el año 1977 y como trabajábamos en sulfurización de catalizadores, debíamos tener la materia prima para hacer los estudios, es decir, debíamos tener el ácido sulfhídrico. Como en el país no se conseguía e importarlo era imposible por motivos fundamen-



talmente económicos, lo teníamos que generar y licuarlo. La etapa de generar el sulfhídrico implicaba todo un trabajo planificado, es decir establecer una logística que nos permitiera obtenerlo y no fracasar en el intento. Fundamental era conseguir hielo seco para generar una mezcla frigorífica que permitiera licuar el gas generado. De estas experiencias no nos olvidaremos nunca y de las veces que fracasamos en el intento tampoco nos olvidaremos. Ésta era una de las líneas de investigación que estaba enmarcada en un convenio entre YPF y la Universidad Nacional del Litoral.

A fines de los años 70 y comienzos de los 80 parte a Francia a realizar el Doctorado en la Universidad de Poitiers. En ese momento el pequeño grupo de investigación estaba formado por tres personas y al irse el Vasco quedamos solamente dos. Fueron años muy difíciles pero teníamos la esperanza y el convenci-

miento que su estadía fuera del país rendiría sus frutos en el futuro. A su regreso al país en el año 1981, con el título de Doctor Ingenieur otorgado por la Université de Poitiers, con la máxima calificación, volvimos a ser tres personas. Siempre con una visión a largo plazo y con los cambios políticos que se dieron en la década del 80 comenzó a dirigir proyectos de investigación convenios realizados con empresas tales como YPF y Petroquímica General Mosconi y además se fueron incorporando los primeros tesis al grupo. En los años, 1983, 1984 y 1985 se incorporan, Armando Borgna, Alberto Marchi e Isabel Dicosimo, respectivamente como becarios de CONICET para la realización del doctorado bajo su dirección. Con el objetivo de conformar a futuro un grupo de investigación, estos jóvenes doctores van al exterior a perfeccionarse en centros de excelencia. En el año 1991, Carlos realiza una estadía en Exxon en Estados Unidos en el marco de su año sabático y nuevamente volvimos a estar huérfanos, éramos solo 4 personas, uno que ya había regresado del exterior y otro llegando de su estadía. A su regreso de Estados Unidos se siguen incorporando becarios para realizar su doctorado y otros integrantes del grupo eran personal de UNL para realizar tareas de investigación.

Siempre ha participado y asistido a congresos nacionales e internacionales, aun en momentos en que el apoyo económico no existía. Su compromiso con la investigación en el área de catálisis ha sido constante, fue presidente del CONACA (Comité Nacional de Catálisis), organismo que nucleaba a representantes de la Universidades, de empresas y de institutos de investigación que desarrollaban actividades referidas a procesos catalíticos. Siendo presidente del CONACA y dada su relación con los investigadores de la región iberoamericana se crea la FISOCAT, que es la Federación Iberoamericana de Catálisis, la cual está integrada por las sociedades o asociaciones afines de los países que componen la región Iberoamericana. Ha sido presidente del comité organizador y del comité científico de Congresos nacionales e Internacionales, entre los que se pueden citar el Congreso Argentino de Catálisis (2005); Workshop on Catalytic Technologies for Sustainable Industrial Processes, International Center for Science and High Technology of the United Nations (ICS-UNIDO), Buenos Aires, 2001, Santa Fe, 2008; XXII Congreso Iberoamericano de Catálisis (2012).

Dada su activa participación en congresos internacionales y por la calidad y rigurosidad de los trabajos científicos ha integrado e integra los comités editoriales de revistas de primer nivel en el área de Catálisis como el Journal of Catalysis, Applied Catalysis, Catalysis Today entre otras. A lo largo de su trayectoria ha sido distinguido con diversos premios entre los cuales se destacan Premio a la Trayectoria Científica 2012. Otorgado por la Federación Iberoamericana de Sociedades de Catálisis. Premio a la Trayectoria en Catálisis 2009. Otorgado por la Sociedad Argentina de Catálisis, Argentina. Premio Consagración 2008. Otorgado por la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Argentina. Premio Bernardo Houssay a la Investigación Científica y Tecnológica, 2007. Otorgado por la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECyT) en la Categoría de Investigador Consolidado, área de Ciencias Agrarias, Ingenierías y Materiales. Premio "Ing. Luis A. Huergo 2007". Otorgado por la Academia Nacional de Ingeniería, Argentina.

En el ámbito de la Facultad de Ingeniería Química ha participa-

do en actividades de gestión como consejero docente, director del departamento de Ingeniería Química y director del área de Ingeniería de las Reacciones Químicas. También ha participado en la actualización de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química y como director del Centro de Materiales, ha sido uno de los autores del plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Materiales.

Pero su visión estratégica en busca de nuevas líneas de investigación y la formación de recursos humanos confluyó a ver sus frutos actuales. Actualmente conformamos el GICIC (Grupo de Investigación en Ciencia e Ingeniería Catalíticas) dentro del INCAPE, que está compuesto por 14 investigadores de CONICET con una estructura equilibrada que abarca todas las categorías de la carrera de investigador y 10 becarios doctorales y posdoctorales.

En nombre del GICIC y en el mío propio solo resta decir gracias Vasco por todo lo que construiste.

UNA HISTORIA DE TREBEJOS Y CATÁLISIS

Palabras clave: Catálisis, Ingeniería Química, Reactores Catalíticos.
Key words: Catalysis, Chemical Engineering, Catalytic Reactors.

■ Carlos R. Apesteguía

GICIC (Grupo de Investigación en Ciencias e Ingeniería Catalíticas),
INCAPE (UNL-CONICET), Santiago del Estero
2654, Santa Fe, Argentina
<http://www.fiq.unl.edu.ar/gicic>

capesteg@fiq.unl.edu.ar

El destino es el que baraja las cartas, pero nosotros somos los que jugamos.

William Shakespeare (1564-1616)

■ 1- INFANCIA Y ADOLESCENCIA

Nací en Gualeguay, Entre Ríos, en 1947, por un capricho de mi padre Pedro que quería que uno de sus hijos naciera en su ciudad natal y la de su familia, los “vascos” Apesteguía. Dos años antes, había nacido mi hermano Jorge. Como escucharía luego muchas veces cuando me cruzaba con alguien que tenía mi apellido homónimo, en Argentina “los” Apesteguía parecían haberse localizado en sus orígenes (inciertos) sólo en Entre Ríos y en la provincia de Buenos Aires, en la zona de Pergamino. Muchos años después, participando en un Congreso en Salt Lake City, la capital del estado de Utah y centro de la religión de los mormones, pude buscar en sus computadoras el origen de los “Apesteguía” en Argentina (por aspectos relacionados con su religión,

los mormones poseen lo que puede ser la base de datos personales accesible más importante del mundo, recopilada a través de los años). Y allí encontré registrada la presencia de “Apesteguía” en nuestro país a partir del siglo XVII. Seguramente venían de Pamplona, del norte de lo que es hoy la provincia de Navarra, dada la densidad de “Apesteguía” que registra esta ciudad vasca. Y desde entonces me divierto pensando que algún Apesteguía pudo haber presenciado cuando un vasco vizcaíno, Juan de Garay, fundó Santa Fe en 1573 o refundó Buenos Aires en 1580.

Pero a la semana de mi nacimiento, mi padre se resignó a volver con su familia aumentada en un vástago a la ciudad en donde trabajaba como gerente de la tienda Blanco y Negro desde hacía algunos años: Rosario del Tala, situada en el centro de Entre Ríos, a 100 km al norte de Gualeguay. Tengo vagos recuerdos de mi padre, dado que falleció muy joven, cuando yo tenía 6 años. Mi madre, Delicia Grimaux, era maestra y ejerció el magisterio docente hasta jubilarse. Rosario del Tala era

entonces una ciudad de alrededor de 10.000 habitantes, aislada de las ciudades importantes de Entre Ríos (no llegaba ninguna ruta pavimentada a la ciudad); provincia que a su vez estaba aislada del resto de Argentina porque ningún puente existía aún para cruzar los ríos Paraná y Uruguay. Es fácil pensar entonces que tuve una típica infancia pueblerina; una vida apacible, alejada “del mundanal ruido”. Tal cual la retrataría irresistiblemente Manuel Puig en “Boquitas pintadas”, influenciado por su infancia en General Villegas. Cursé los estudios primarios en la Escuela Provincial N° 1 “Onésimo Leguizamón”, en la cual mi madre era maestra y años después sería la Directora. Al ingresar a la escuela, me hizo estudiar aparte francés con la única profesora de este idioma que había en la ciudad; y así, poco menos que jugando, aprendí a escribir simultáneamente en los dos idiomas. Siempre le agradecí a “doña” Delicia tener acceso a una segunda lengua casi sin darme cuenta.

En 1961 comencé mis estudios secundarios en el Colegio Nacio-

nal y también comenzó el pasaje a la adolescencia. La ciudad y la provincia seguían bastante aisladas del mundo (el túnel subfluvial Paraná-Santa Fe se inauguró recién en 1969). La vida pueblerina y el aislamiento pueden representar una especie de juego agradable para un niño, pero poco a poco comienzan a ahogar a los adolescentes; al menos así comencé a sentirlo yo. Faltaban años aún para el acceso efectivo de estos pueblos a la televisión y las técnicas comunicacionales de globalización; comencé rápidamente a sentirme limitado por un ambiente poco propenso al desarrollo cultural y a la actualización del conocimiento. Cuando cumplí diez años, el curita del pueblo me enseñó a jugar al ajedrez. Pueblos como Rosario del Tala tenían entonces dos curas: el cura párroco que era quien estaba a cargo de la parroquia desde siempre y seguramente moriría en el pueblo, y el cura joven, muchas veces novato, que aportaba juventud y fuerza a la tarea pastoral; irremediablemente, al cura joven se lo llamaba “el curita”. Por esas razones que todo el pueblo creía conocer, pero que nadie repetía, los curitas rara vez duraban más de tres o cuatro años antes de ser trasladados y que apareciera el próximo curita de ocasión. El mundo de los trebejos me apasionó al instante y detecté que en el pueblo había sólo tres contrincantes con quien intentar mejorar mi juego. Pero rápidamente los tres contrincantes dejaron de ser rivales serios. Y de pronto, al curita que me había enseñado a jugar y que sí era rival serio, lo trasladaron a otro pueblo, por las razones que todos conocíamos y ninguno repetíamos. Me quedé sin rivales para jugar al ajedrez, lo cual comenzó a corroerme el ánimo más de lo que hubiera pensado. Recuerdo que un día, reflexionando sentado en un banco de la plaza Libertad (la plaza principal, alrededor de la cual se ubicaban los edificios

más importantes de la ciudad) me dije muy seriamente “*¡Qué hago yo en un pueblo donde ni siquiera puedo jugar al ajedrez!*”. Y en ese momento (estaba en 3er año del colegio secundario) decidí acelerar mi alejamiento de Rosario del Tala (para ello me propuse rendir 5to año libre) y pensar seriamente qué carrera universitaria estudiaría. Poco tiempo después, y sin muchas razones de peso, decidí estudiar Ingeniería Química en la Universidad Nacional del Litoral (UNL), en la ciudad de Santa Fe. Y así fue; en marzo de 1965, luego de rendir libre mi última materia del 5to año del bachillerato, abordé el tren que me llevaría a Paraná para luego tomar la lancha que atravesaría el río interprovincial hacia el puerto de Santa Fe. Llevaba como equipaje una valija y el colchón donde dormía en mi pieza; luego de ardua discusión, había logrado convencer a mi madre que de esa manera ahorraría una cantidad significativa de dinero al no tener que comprar en Santa Fe un colchón nuevo. Pero en realidad yo intuía que al llevarme mi colchón reafirmaba irreversiblemente la imposibilidad de cualquier retorno material o sentimental al pueblo; daba por terminada así mi vida de la infancia/adolescencia, la primera vida, y tenía ansiedad (pero no angustia) por lo que venía. Había terminado de rendir libre 5to año con 9,90 de promedio, y aunque los libros y el estudio me resultaban más que placenteros, sentía que las notas obtenidas eran más consecuencia de la mediocridad ambiental que el reflejo de dotes intelectuales. Tenía conciencia de mis marcadas limitaciones culturales y de mi ignorancia sobre el mundo real, el cual todavía me resultaba “ancho y ajeno”, como había aprendido de *Ciro Alegría*.

■ 2- LA UNIVERSIDAD

La UNL fue creada por ley nacional el 17 de octubre de 1919. Era

en realidad una universidad regional, ya que comprendía escuelas e institutos asentados en las ciudades de Santa Fe, Paraná, Rosario y Corrientes. Dos Facultades de la UNL fueron creadas en Santa Fe en la misma fecha: la de Derecho y la de Química Industrial y Agrícola. En esta última (que en la década de 1950 tomaría el nombre de Facultad de Ingeniería Química, FIQ) se comenzó a dictar la carrera de Ingeniería Química, convirtiéndose así en la primera unidad académica en ofrecer esta carrera en toda América del Sur. La Ingeniería Química había surgido confusamente como una especialidad independiente a fines del siglo XIX. En 1965, todas las Facultades públicas de la provincia de Santa Fe aún dependían de la UNL (la Universidad de Rosario se crearía en 1968). La FIQ era entonces líder de la ingeniería química del país y modelo indiscutido para otras instituciones que pronto ofrecerían la misma especialidad. Sin embargo, en 1964, luego de un largo conflicto interno, se había producido una renuncia masiva de prestigiosos profesores que tenían fluida relación y ascendiente con las empresas industriales de la región. Representó un duro golpe académico del cual la FIQ necesitaría años en reponerse, ya que la gran mayoría de los profesores renunciando no regresaría. De algún modo, fue un conflicto que se anticipó a las sucesivas crisis político-institucionales que pronto asolarían a las universidades argentinas. En ese entonces, el presidente de la Nación era Arturo Illia y las libertades académica y de cátedra eran respetadas; pero la noche de los bastones largos estaba cerca.

Como flamante ingresante venido desde Rosario del Tala, estaba muy lejos de preocuparme por la situación académica de la FIQ. En ese momento, mis esfuerzos tenían dos prioridades. Por un lado, nece-

sitaba conseguir una beca o un trabajo hasta terminar la carrera, pues sabía que el dinero que podía venir desde Entre Ríos no alcanzaría para solventar mis estudios. Por otro lado, debía, por supuesto, medir fuerzas con verdaderos ajedrecistas pues me atormentaba saber cuál era mi nivel real en el juego-ciencia. La primera beca la conseguí cuatro meses más tarde y desde ese momento siempre encontré la manera de autofinanciar mis gastos hasta el fin de mis estudios. Respecto del ajedrez, pronto me entreveré en los campeonatos oficiales para ajedrecistas sub-20 en distintos clubes de la ciudad, con suerte diversa, pero con tangente positiva. Y así, durante más de un año, mi vida fue más para el ajedrez que para la ingeniería química, incursionando en torneos cada vez más exigentes en la medida que mi nivel mejoraba. Hasta que un día, en la víspera de rendir un parcial de Física II, tuve que jugar una partida que resultó particularmente compleja; se jugaban entonces partidas de 50 movidas en 5 h. Esa noche, soñé todo el tiempo con alfiles y torres; cuando fui a rendir el parcial en la mañana siguiente, me di cuenta que mi cerebro estaba en blanco para calcular gradientes de voltaje o seguir flujos de electrones. Recuerdo que al llegar a la FIQ me senté en un banco a reflexionar qué hacer ante lo evidente: era el ajedrez o mis estudios. Y en ese momento decidí alejar el ajedrez de mi vida.

A partir de entonces, mis estudios se aceleraron y no tuve mayores inconvenientes en recibirme de Ingeniero Químico. Fui un buen estudiante, pero no brillante; me interesaron la mayoría de las asignaturas que cursé, pero no estaba entusiasmado. El mediocre nivel de la camada de Profesores que ingresaron a la FIQ en reemplazo de los que habían renunciado en 1964, tampoco contribuyó a estimular mi

curiosidad para incursionar más allá de los libros clásicos con los cuales se estudiaba en la carrera. Y luego del golpe militar de 1966, el ascenso de Onganía, la represión y la pérdida de la autonomía universitaria, comenzó a generarse en las aulas de las FIQ el mismo ambiente de rebeldía y radicalización ideológica que se extendió entre los estudiantes de la mayoría de las universidades argentinas y que explotaría con furia inusitada en poco tiempo. Una de las épocas trágicas de nuestro país, pero que sería sólo la portada de lo que vendría 10 años más tarde.

Para esta Reseña, me parece valioso rescatar de mi período universitario dos episodios que tuvieron influencia en mi vida. El primero de ellos está relacionado con un viaje inesperado a Estados Unidos. En 1968 la Fundación Harriet anunció el llamado a nivel nacional de 25 becas para estudiantes universitarios argentinos de distintas disciplinas, a los fines de realizar una estadía de dos meses en Universidades estadounidenses. Había disponibles dos para Ingeniería Química; para seleccionar, entrevistaron personalmente a postulantes en todo el país. Sin mucha expectativa me presenté a esta selección y con sorpresa recibí luego la comunicación de que me habían adjudicado la beca. En enero de 1969, a los 21 años y con enorme curiosidad, partí hacia Cleveland, Ohio, para realizar mi estadía en *Baldwin Wallace University*. Fue un viaje iniciador en muchos aspectos: primer viaje en avión, primer contacto con la nieve y el rigor del invierno blanco, y, muy especialmente, primer encuentro con la sociedad americana y su educación universitaria. Fue una experiencia muy valiosa, que eliminó las últimas inseguridades que aún me perseguían desde mi pasado entrerriano. Al volver a Santa Fe, sentí que finalmente se habían abierto las ventanas

hacia el mundo externo. El segundo episodio se relaciona con Luis Federico Leloir. Al poco tiempo de recibir el Premio Nobel de Química en 1970, Leloir dio una conferencia en el Paraninfo de la UNL, a la cual asistí. Ante un Paraninfo desbordado por un público heterogéneo, Leloir estuvo particularmente inspirado y cautivó a la audiencia con esa mezcla irresistible de inteligencia, sencillez y modestia que lo caracterizaba. Recuerdo nítidamente aún esta conferencia porque salí de la misma muy impactado por su visión sobre el rol imprescindible de la ciencia para construir una sociedad más progresista y justa, y sobre las responsabilidades de los científicos y de los gobiernos, cada uno en lo suyo, para hacerlo factible.

A mediados de 1970 había rendido todas las materias de la carrera y estaba terminando el Proyecto final para obtener el diploma de Ingeniero Químico. Nada tenía definido sobre mi futuro profesional. Estaba previsto que en abril de 1971 los egresados en 1970 saliéramos en viaje de estudios a Europa. Era ya una tradición desde hacía 13 años que los egresados de la FIQ realizaran una estadía de perfeccionamiento que tenía como eje la visita de centros fabriles modelos de España, Francia, Inglaterra y Alemania. Y así, con una enorme expectativa emprendí este viaje junto con otros 26 flamantes egresados que nos llevaría por muchos países del viejo continente. El cronograma de visitas a fábricas duró alrededor de 50 días, pero la gran mayoría de los participantes del viaje andábamos aún deambulando por Europa tres meses después de partir de Argentina. Por mi parte, por razones seguramente sólo imputables a una juventud desorientada, había decidido conocer América Latina antes de regresar a Argentina. Para ello, planifiqué ir a New York desde Europa y luego ir bajando por

tierra, en ómnibus, a nuestro país, deteniéndome un tiempo prudencial en cada país que visitaba. Y así lo hice; me llevó 4 meses completar ese viaje desde New York a Santa Fe en ómnibus. De todos estos viajes, sólo comento lo que me ocurrió en París, tres días antes de partir hacia New York. Al llegar a mi hotel, distinguí en el *hall* a dos hombres de mediana edad jugando partidas de ajedrez ping-pong (ajedrez rápido, partidas de 5 minutos por jugador), ambos con inconfundible acento argentino. Así que me acerqué rápidamente para hacerme conocer y retar al ganador, quien gentilmente accedió a jugar conmigo. Pero que puso mala cara cuando perdió el primer ping-pong y mucho menos le gustó tener que inclinar su rey en la revancha. De modo que para aplacar el ambiente desistí de seguir jugando y entablamos una amable conversación. Me enteré entonces que mi contrincante era el Dr. Argentino Bonetto, un científico de CONICET que era Director en Santo Tomé (ciudad vecina de Santa Fe) del Instituto Nacional de Limnología (INALI).

■ 3- LAS PRIMERAS ESCARAMUZAS EN INVESTIGACIÓN

Una semana después de llegar a Santa Fe, luego del interminable viaje por tierra desde EE.UU., recibí una llamada telefónica del Dr. Bonetto invitándome a ir a su casa para continuar nuestras conversaciones comenzadas en París. Yo sospeché enseguida lo que vendría: primero unos cuantos ping-pong y luego una oferta de trabajo. Y me alegré cuando esta sospecha se hizo realidad, porque sabía que mi vida bohemia ya había terminado para siempre. El INALI fue el primer instituto creado por CONICET, en 1962, y el Dr. Bonetto era su Director desde entonces. Es un instituto dedicado al estudio de los ecosistemas acuáticos continentales argentinos, especial-

mente los vinculados al río Paraná y su cuenca. El Dr. Bonetto era un eminente ictiólogo y limnólogo, que tenía reconocimiento internacional, y que junto con el Dr. Raúl Ringuelet (primer Director del Instituto de Limnología de La Plata creado por CONICET en 1968) fueron pioneros en llevar a cabo estudios ecológicos a través de un enfoque integrado de los procesos físicos, químicos, geológicos y biológicos originados en los ambientes acuáticos. Y así comencé a trabajar en el INALI, a sabiendas de que mi formación de ingeniero químico debería ampliarse sustancialmente hacia otros campos para lograr una inserción efectiva en algunas de las líneas de investigación principales que se desarrollaban en el Instituto. De esta manera, en acuerdo con Bonetto, los tres primeros meses de trabajo los dediqué sólo al estudio teórico intensivo a fin de adquirir un conocimiento mínimo temático y terminológico que me permitiera entablar un diálogo fluido con los biólogos, geólogos, ictiólogos, ecólogos, botánicos e investigadores de otras especialidades que trabajaban en el Instituto. Pronto me di cuenta que me sentía cómodo y atraído por el ambiente reinante en un Instituto de Investigación. Y empecé a comprender la inevitable fascinación que representa para la curiosidad humana la posibilidad de generar ideas originales. El desafío de realizar un acto creativo, de alcanzar lo desconocido, comenzó a perseguirme irresistiblemente desde estos comienzos balbuceantes.

Paralelamente con mi ingreso al INALI, concursé y gané un cargo de Jefe de Trabajos Prácticos en la FIQ, pues no quería desvincularme de mi Facultad. No había aún en Argentina en 1972 carrera de Posgrado en Ingeniería Química; recién en 1981 se crearía el Doctorado en Ingeniería Química en la FIQ. Tampoco existían en ese entonces en la ciudad de

Santa Fe Institutos de CONICET especializados en disciplinas tecnológicas; hubo que esperar hasta 1975 para que a través de un convenio UNL-CONICET se creara el INTEC (Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química) nombrándose Director al Dr. Alberto Cassano, egresado de la FIQ en 1961. Con mi cargo docente, debía participar en la carrera de Ingeniería Química del dictado de la asignatura Procesos Unitarios en la cual se enseñaba el diseño de reactores químicos; el Profesor Titular responsable de esta materia era el Ing. José M. Parera (Ingeniero Químico egresado de la FIQ en 1958). El Ing. Parera había obtenido en 1959 la primera beca interna que otorgó CONICET en el área de tecnología; con este financiamiento pudo realizar una estadía anual en el *Imperial College* de Londres. Al regresar a Santa Fe, organizó en la FIQ un laboratorio para el estudio de catalizadores y procesos catalíticos. En 1969 fue nombrado Director del Instituto de Catálisis y Petroquímica (INCAPE) que la FIQ creó sobre la base de laboratorios relacionados temáticamente que funcionaban en la institución. Parera me propuso que además de mis tareas docentes me incorporara a un grupo de investigación que dentro del INCAPE comenzaba a trabajar en base a un Convenio reciente firmado entre YPF y la UNL. En realidad, YPF firmó este Convenio con tres Universidades: UNL, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y la Universidad Nacional de San Luis (UNSL) y tenía como objetivo desarrollar un catalizador nacional para el proceso de reformado de naftas (es un proceso que existe en todas las destilerías de petróleo y mediante el cual se producen naftas de alto octanaje). Se trataba de un catalizador de platino soportado sobre alúmina clorada; la UNLP debía sintetizar la alúmina, la UNL preparar, caracterizar y evaluar el catalizador, y la UNSL desarrollar

un método efectivo a nivel industrial para recuperar el platino. El Convenio tuvo bastante repercusión en los medios periodísticos, dado que fue el primer proyecto de investigación de envergadura que YPF firmaba con Universidades nacionales. Y de esta manera, luego de aceptar la propuesta de Parera, empecé a trabajar en el INCAPE en reactores catalíticos. Por otra parte, y como debía aún pagar algunos créditos que había tomado para financiar mis estudios universitarios, resolví aceptar una propuesta para dar los cursos de Química General y de Física Mecánica en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Regional Santa Fe. En ese entonces, la UTN funcionaba sólo de noche ya que la gran mayoría de los estudiantes eran obreros y trabajadores que no tenían disponibilidad horaria durante el día. A fines de 1972 me encontré, entonces, desarrollando una actividad impensada sólo unos meses antes: a la mañana, desde las 7 h trataba en el INALI de avanzar en el tema que finalmente había elegido y que se relacionaba con el reciclado de nutrientes en perifiton, fitoplancton y bentos, tanto en ambientes lóticos (ríos) como lénticos (lagos, lagunas); a la tarde, aprendía en el INCAPE las técnicas de caracterización y evaluación de materiales catalíticos; a la noche, trataba en vano que mis obreros-estudiantes de la UTN no se durmieran en clase. **Sí, una gran actividad...de la que habría pocas nueces.**

En 1973, Argentina retornó por poco tiempo y sólo formalmente a la democracia. En la realidad, se comenzó a acelerar el clima de intemperancia que sumergiría al país en una crisis de proporciones inimaginables, y que alcanzó a todos los estratos e Instituciones de la sociedad. Por supuesto, incluyendo las Universidades y el CONICET. Como parte de este clima, el Dr.

Bonetto tuvo que dejar en 1973 la dirección del INALI. Las autoridades del CONICET crearon entonces en el mismo año en Corrientes el CE-COAL (Centro de Ecología Aplicada del Litoral), del cual Bonetto fue su Director hasta su retiro en 1985. Por otra parte, en 1975 la FIQ sufrió una purga de docentes e investigadores muy importante que dismanteló nuevamente el plantel docente; algunos de los cesanteados integraban el grupo de investigación con el cual trabajaba en el INCAPE. Hasta que llegó el año 1976: el 24 de marzo se produjo el golpe militar, el 9 de abril me casé y un mes **más tarde me comunicaron** mi cesantía del CONICET. Nunca supe cómo llegó mi nombre a ser considerado un potencial "subversivo" o algo equivalente, dado que no era militante ni tenía actividad política partidaria; sólo había participado en asociaciones gremiales docentes, sin mayor influencia. Pero como sea, pronto me di cuenta que esta cesantía en un régimen militar significaba que ya no podría quedarme en el país. En efecto, los términos de la cesantía me impedían ocupar nuevos cargos en la administración pública nacional; sólo podía retener los cargos de docente universitario que estaba ejerciendo, pero no presentarme a uno nuevo. De manera que comencé a peregrinar por las embajadas tratando de conseguir una beca para seguir mi vida académica en el exterior; pero no tuve éxito. Hasta que en 1978 participé en Rio de Janeiro del VI Congreso Iberoamericano de Catálisis, en el cual presenté una comunicación oral sobre nuestros últimos avances relacionados con los mecanismos de desactivación *in-situ* de catalizadores metálicos soportados, empleados en el reformado de naftas. Luego de esta presentación, se me acercó una persona diciéndome que era el Dr. Raymond Maurel, Director del **área** Química del CNRS (*Centre National de la Recherche*

Scientifique), en París, y que quería hablar conmigo. Me comentó que en la ciudad de Poitiers era Director del Instituto de Catálisis en Química Orgánica, dependiente del CNRS y la Universidad de Poitiers, y que hacía dos años se había trasladado a París para ocupar su cargo en CNRS. Y luego de esta introducción, simplemente me dijo: "*Monsieur, j'ai un poste rouge pour vous*". Yo sabía que los "*postes rouges*" eran cargos de investigadores del CNRS que estaban de licencia prolongada; sólo podían cubrirse durante el período en cuestión con postulantes extranjeros. Pero no entendía la causa de esta invitación repentina que volvía azarosamente a cambiar mi vida. Maurel me explicó entonces que una de sus líneas de investigación en Poitiers era el estudio de la desactivación de catalizadores; y me dijo que los resultados y la explicación de los mismos que él había escuchado en mi charla previa era lo que había requerido vanamente que le presentaran sus dos últimos becarios. Así que un tiempo después de este encuentro, tomaba el avión para ir a Poitiers. Esta vez no llevaba conmigo ningún colchón. Es que aunque mi cerebro decía que difícilmente volvería a Argentina, mis sentimientos estaban muy lejos de aceptar una emigración real. Iba para hacer un Doctorado en Ingeniería en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Poitiers, bajo la dirección de un discípulo de Maurel, el Dr. Jacques Barbier; Maurel seguiría varios años más en el CNRS, en la central de París.

En síntesis, el período 1972-1978 marcó mi ingreso conflictivo pero apasionante a la investigación científica. Y a pesar de todas las circunstancias, sólo lamento hoy haberme formado como un autodidacta; es decir, carecer de un verdadero maestro que me ayudara a transitar un inicio que siempre resulta algo



Figura 1: Defensa de Tesis en Poitiers (1981). Desde la izquierda, el Jurado: R. Maurel, J.P. Franck, J. Barbier, R. Frety y J.C. Clément.

traumático. Parte de los resultados alcanzados durante mi trabajo en el INALI los publiqué posteriormente en algunas revistas nacionales (Apesteguía y col., 1978). Quiero recordar aquí a los investigadores con los que trabajé en este Instituto: José Marta, María García, R. Tombolini y Federico Emiliani. En tanto que mis investigaciones realizadas en este período en el INCAPE sobre la desactivación de catalizadores metálicos soportados las profundizaría durante mi estadía en Francia, pues el tema de mi tesis estuvo muy relacionado con esta temática.

■ 4- ESTADÍA EN FRANCIA

Poitiers está ubicada a 300 km al suroeste de París. Es una ciudad histórica, ya que en la famosa batalla de Poitiers, en el año 732, el ejército franco comandado por Charles Martel derrotó al ejército árabe proveniente de la península ibérica y detuvo la amenaza de la expansión árabe hacia el norte de Europa. También tiene mucha tradición universitaria, dado que la Universidad de Poitiers fue creada en 1431. En 1978, era una ciudad de unos 80.000 habitantes, de vida apacible y con una economía basada fuertemente en la

producción agrícola-ganadera. Mi integración a la sociedad y al ambiente de trabajo fue muy rápida, dado mi conocimiento de la lengua y la cultura francesas. El tema de investigación se centró en el estudio de la tiorresistencia de catalizadores basados en metales nobles (Pt, Re, Ir), los cuales son ampliamente utilizados en reacciones de hidrogenación y deshidrogenación, isomerización, hidrogenólisis y oxidación. La gran mayoría de los cortes de petróleo que se alimentan en los distintos procesos de la refinación del petróleo poseen compuestos azufrados como impurezas que envenenan a los metales nobles. Era un tema de interés industrial, en el cual hacía falta ampliar el conocimiento básico sobre la cinética y el mecanismo de desactivación de estos catalizadores en presencia de compuestos sulfurados. Mis progresos fueron rápidos y efectivos. Vivía en un departamento a 100 m del campus universitario y mantenía el mismo ritmo de trabajo al que me había acostumbrado en Argentina. Pero ahora mis investigaciones se enfocaban en una sola temática; nada me distraía y la productividad aumentó drásticamente. Luego de un año de trabajo, Barbier me incorporó a las reuniones que se

realizaban con los responsables de los otros grupos de investigación del Instituto (todos ellos científicos hoy reconocidos internacionalmente) y a quienes quiero nombrar en agradecimiento a la amistad con la que me honraron desde el primer momento: Daniel Duprez, Michel Guisnet, Joel Barrault y Ginette Leclercq. En acuerdo con su denominación, este Instituto de Poitiers se especializaba en reacciones catalíticas de aplicación en química orgánica, particularmente para la síntesis de productos químicos valiosos utilizados en industrias de química fina, herbicidas y fármacos. Pero también tenían un área más ingenieril que trabajaba en estrecha colaboración con el IFP (*Institut Français du Pétrole*) sobre catalizadores de aplicación en la industria del petróleo y petroquímica. Existía muy buen equipamiento para evaluar la actividad, selectividad y estabilidad de catalizadores, pero carecían aún de equipamiento moderno de caracterización de sólidos que permitiera investigar la estructura y la composición superficial de materiales catalíticos.

Sentía avidez de incorporar nuevos conocimientos en distintas áreas temáticas y pronto conseguí que Maurel utilizara sus influencias en el CNRS para financiarme estadías en otros centros de investigación franceses. Maurel regresaba todos los fines de semana desde París a su *château* (sí, tenía un “pequeño” *château* familiar) en Jaunay-Clan, cerca de Poitiers, donde lo esperaba su señora e hijos. Una vez al mes me invitaba a su casa y, luego del *cognac digestif*, yo sabía que tenía que informar detalladamente acerca de mis progresos en la tesis doctoral. En este contexto realicé una estadía de alrededor de un mes en el IRC (*Institut de Recherches sur la Catalyse*), en la ciudad de Lyon. El IRC era entonces el instituto de investigación en catálisis (homogénea y heterogénea)

más importante en Francia. El CNRS había concentrado en este Instituto importantes inversiones en equipamiento moderno y sofisticado, con el objetivo de potenciarlo como el centro europeo especializado en técnicas de caracterización y evaluación de catalizadores. Trabajaban en el IRC investigadores de distintas disciplinas, con fuerte presencia de físicos especializados en la caracterización de la estructura superficial de sólidos. La estadía tenía como objetivo realizar un curso intensivo teórico-práctico en técnicas modernas de caracterización de catalizadores, pero lo verdaderamente importante para mí fue comenzar una relación primero personal y luego de colaboración científica con varios de los investigadores más reconocidos del IRC, de los que destaco especialmente a Bernard Moraweck, Roger Frety, Jacques Vadrine, Guy Martin, Michel Primet y Pierre Galliezot. El Dr. R. Frety fue uno de los integrantes del Jurado de mi tesis. B. Moraweck era un especialista en la técnica de espectroscopia de absorción de rayos X (EXAFS) con el cual tuvimos años después una larga y prolífica colaboración científica que incluyó su visita a nuestros laboratorios en Argentina en varias oportunidades; esta colaboración estuvo basada fundamentalmente en la utilización del sincrotrón que se construyó en 1979, en Orsay, cerca de París. También fue importante mi estadía con el grupo del Dr. Jean Claude Lavalley en el ISMRA (*Institut des Sciences de la Matière et du Rayonnement*) de la Universidad de Caen. Era un Instituto especializado en técnicas espectroscópicas y el Dr. Lavalley dirigía un grupo muy reputado por sus trabajos empleando espectroscopía infrarroja (IR). Durante esta estadía realicé la caracterización de mis materiales catalíticos empleando IR; fue el comienzo de una colaboración científica con el Dr. Lavalley que se extendería por

varios años. Por otra parte, dos veces al año nos trasladábamos con Barbier al *Institut Français du Pétrole*, que está en Reuil-Malmaison, en los suburbios de París, dado que los trabajos que estaba realizando en mi tesis eran en gran parte financiados por un contrato con el IFP. El IFP fue creado en 1944 por el estado francés y orientó sus actividades al desarrollo de procesos y catalizadores industriales para la industria del petróleo y la petroquímica. En los 80, El IFP ya era un Instituto con importante presupuesto e instalaciones ingenieriles a escala de planta piloto. Comercializaba catalizadores y procesos de hidrotratamiento e hidrocrackeo, isomerización de parafinas, hidrogenaciones en fase líquida, oligomerización de olefinas y reformado de naftas. Nos reuníamos con el grupo de Cinética y Catálisis, del área de ingeniería, para discutir nuestros resultados y planear los trabajos futuros. Quiero agradecer acá a varios integrantes de estas reuniones, de quienes recibí un invariable estímulo y también muchas sugerencias que permitieron mejorar mis trabajos de investigación, a saber: Jean-Francois Le Page, Christian Marcilly, Germain Martino y Jean Pierre Franck. El Dr. J.P. Franck fue también integrante del Jurado de mi Tesis. Por otra parte, Barbier estimuló y financió generosamente mi participación en distintos Congresos Internacionales de la especialidad, no sólo en Francia sino también en Bélgica, Holanda y España. Esto me permitió alcanzar un buen conocimiento de los principales grupos europeos de investigación en catálisis.

En 1981 defendí mi tesis doctoral (*“Etude des modifications induites par la sulfuration sur les catalyseurs de réformage”*) y obtuve el diploma de *Docteur Ingénieur* de la Universidad de Poitiers. Los resultados obtenidos se publicaron en distintas revistas (Apesteguía y

Barbier, 1982). Continué contratado por el CNRS hasta que después de la guerra de las Malvinas decidí regresar definitivamente a Argentina. La estadía en Francia fue esencial para culminar mi formación como investigador independiente y alcanzar autosuficiencia en la selección y evaluación temática, así como en la ejecución del trabajo experimental. Además, me permitió establecer una fuerte relación y colaboración científica con varios de los investigadores franceses que había conocido. Hasta 1994, prácticamente regresé todos los años en visitas cortas a Francia y Europa. Maurel y Barbier vinieron, a su vez, varias veces a Argentina en el marco de proyectos bilaterales de cooperación científica, en particular los PICS (*Projets Internationaux de Collaboration Scientifique*) del CNRS. Con B. Moraweck (IRC, Lyon) emprendimos una muy buena colaboración sobre el estudio *in-situ* de la sinterización y redispersión de catalizadores de Pt soportados empleando la técnica EXAFS (Borgna y col., 1992; Le Normand y col., 1996). Con J.C. Lavalley (ISMRA, Caen) trabajamos juntos en la caracterización por IR de catalizadores industriales, en relación con proyectos de investigación que fueron financiados por Petroquímica Mosconi (Garetto y col., 1992).

■ 5- INVESTIGACIÓN EN CATÁLISIS Y REACTORES CATALÍTICOS

Al regresar a Argentina retomé mi cargo de docente universitario en la FIQ que tenía al partir a Francia (Profesor Adjunto). Y en 1983, con el retorno de la democracia, volví a ingresar a CONICET en el INCAPE, como miembro de la Carrera de Investigador. El INCAPE era ahora un Instituto de doble dependencia UNL-CONICET creado en 1978; el Ing. Parera era su Director y lo seguiría siendo hasta su retiro en 1999. Se iniciaba para mí una tarea que sabía

lenta y ardua: formar un grupo de investigación, que quería que fuera del mejor nivel, es decir alcanzar reconocimiento internacional. Para ello, debía formar recursos humanos y conseguir equipamiento propio, que no tenía. El ámbito de nuestras investigaciones sería el desarrollo de catalizadores y el diseño de reactores catalíticos. La suma de ambos temas es lo que algunos denominan Ingeniería Catalítica; consideran como hito inicial de esta disciplina al desarrollo a nivel industrial en 1910 del proceso Haber-Bosch para sintetizar amoníaco utilizando el nitrógeno del aire como uno de los reactivos. El científico alemán Fritz Haber desarrolló el catalizador basado en hierro y Carl Bosch, de la BASF, diseñó y optimizó el funcionamiento del reactor. Por el desarrollo de este proceso, ambos recibieron el Nobel de Química; Haber en 1918 y Bosch en 1931. Es considerado uno de los mayores logros científicos del siglo 20 dado su impacto económico-social: el amoníaco es la materia prima de la mayoría de los fertilizantes nitrogenados sintéticos.

Mi grupo inicial fueron dos integrantes del INCAPE con los cuales ya habíamos trabajado antes de irme a Francia: Teresita Garetto y Eduardo Rincón, este último Profesional de CONICET. Conseguí luego algunos cargos de la FIQ que me permitieron sumar personal para el trabajo experimental. Y finalmente se incorporaron mis primeros becarios de CONICET: Armando Borgna (1983), Alberto Marchi (1984) e Isabel Di Cosimo (1985), los tres ingenieros químicos de excelente promedio egresados de la FIQ. El trato con ellos fue que luego de obtener su Doctorado en la FIQ hicieran una estadía posdoctoral de dos años en el exterior, en centros de investigación del mejor nivel. Objetivo que cumplieron, a pesar de las dificultades que debieron superar en este

período de consolidación de la democracia en nuestro país. Luego de doctorarse, Armando Borgna realizó su estadía posdoctoral en el IRC, en Lyon, gracias al soporte financiero que nos consiguiera Maurel. Alberto Marchi realizó su perfeccionamiento con el Prof. Gilbert Froment, en el *Laboratorium voor Petrochemische Techniek*, en Gante, Bélgica. El Prof. Froment era uno de los investigadores líderes a nivel mundial en el modelado de distintos procesos de la refinación de petróleo; era también un exitoso autor de libros de diseño de reactores catalíticos, de amplia utilización en los estudios de grado y posgrado de ingeniería química. La estadía posdoctoral de Isabel Di Cosimo fue con el Prof. Kamil Klier, en la Universidad de Lehigh, Pennsylvania, USA. El Prof. Klier era muy renombrado por sus investigaciones sobre la relación entre la estructura y el estado electrónico de los catalizadores y su selectividad para formar un determinado producto. Isabel también trabajó a continuación en la misma universidad con el Dr. Robert Eischens, quien es considerado uno de los pioneros en la utilización de técnicas espectroscópicas para investigar la adsorción/reacción de sustratos en superficies catalíticas modelos.

Los temas iniciales de investigación sobre los que trabajé al volver a Argentina fueron determinados por dos Convenios trianuales firmados por el INCAPE con Petroquímica Mosconi e YPF, respectivamente. Del convenio con Petroquímica Mosconi nuestro grupo se hizo cargo del Proyecto sobre la "Regeneración del catalizador de reformación en presencia de compuestos sulfurados". Era un tema directamente relacionado con los tipos de catalizadores metálicos con los que había trabajado en Francia, aplicados a un proceso en el que me había especializado. Por lo tanto, pudimos

alcanzar con éxito sin mayores dificultades los objetivos buscados por la empresa. En cambio, el Proyecto con YPF denominado "Obtención de metanol y alcoholes superiores a partir de gas de síntesis" era novedoso y no parecía fácil desarrollar una tecnología competitiva para este proceso. Se buscaba producir eficientemente una mezcla de metanol y alcoholes C_2-C_6 (denominado *methyl fuel*) a partir de gas de síntesis ($CO + H_2$) para incorporarla a las naftas en cantidades variables. Los mejores catalizadores propuestos a nivel internacional eran sin embargo poco activos y el proceso requería de presiones mayores de 100 atm. Nuestras investigaciones se prolongaron por 4 años y culminaron con el desarrollo de un catalizador cuaternario de $Cu/Co(Zn)/Al$ preparado por un método novedoso que permitió producir eficientemente *methyl fuel* a 50 atm. YPF patentó estos hallazgos (Di Cosimo y col., 1990), los cuales pudimos publicar más tarde en revistas del mejor nivel (Di Cosimo y col., 1992). La realización de estos Proyectos y otros de menor duración con empresas industriales (Carboclor, PASA, Siderca, Profiquin, Arcor) nos permitió ir adquiriendo equipamiento más moderno para la evaluación de catalizadores y también utilizar técnicas de caracterización con las que había trabajado en Francia, tales como espectroscopía infrarroja acoplada a la quimisorción selectiva de gases. Logramos de esta manera publicar una serie de trabajos que tuvieron buena repercusión internacional (Apesteguía y col., 1984; Apesteguía y col., 1987). En este período traté de participar anualmente en dos o tres congresos internacionales, especialmente en Europa, dado que era consciente de que una de las mayores dificultades para hacer ciencia de nivel internacional en Argentina era la desactualización temática y bibliográfica que se producía por la imposibilidad de

acceder con rapidez a las revistas científicas internacionales; lo más común era que las bibliotecas contaran con publicaciones científicas del año anterior; faltaban aún algunos años para que Internet fuera operativo. En 1986 participé en el X Congreso Iberoamericano de Catálisis, en Mérida, Venezuela, y quedé muy impresionado por el nivel científico exhibido por el expositor de una de las conferencias plenarios. Se trataba de Enrique Iglesia, un joven investigador que trabajaba en *Corporate Research Laboratories* (CRL), el centro de investigaciones que *Exxon Research & Engineering Co.* tenía en New Jersey; era el centro de investigaciones en ingeniería de petróleo y petroquímica privado más importante en Estados Unidos. Conversando con él me enteré que era cubano de nacimiento pero que vivía desde pequeño en Estados Unidos; era Ingeniero Químico egresado de la Universidad de Princeton y había realizado su doctorado bajo la dirección de Michel Boudart (uno de los científicos más renombrados mundialmente en el área de catálisis) en la Universidad de Stanford; luego se había incorporado a Exxon. Cuatro años más tarde de este encuentro en Venezuela, en una carrera meteórica, Enrique era el Director de toda la división de catálisis del CRL. Me contacté con él entonces porque desde hacía tiempo estaba interesado en hacer una estadía en EE.UU., en un centro de las características del CRL. Enrique me respondió invitándome a ir una semana al CRL para conocer de cerca el ambiente de trabajo y discutir las condiciones de un posible contrato de trabajo. De esta manera, me trasladé a New Jersey y quedé muy entusiasmado con el ambiente laboral, el *staff* científico y el equipamiento con que contaba el CRL. Me ofrecieron y acepté un contrato de trabajo por 18 meses. A fines de 1990 partí hacia Estados Unidos y

comenzaba mi estadía en los laboratorios de Exxon en New Jersey.

■ 6- ESTADÍA EN ESTADOS UNIDOS

Exxon también quería incorporar compuestos oxigenados a sus naftas y una posibilidad en estudio era el agregado de metiltert-butiléter (MTBE). A nivel comercial el MTBE se obtenía a partir de isobutileno (que provenía de la unidad de craqueo de las destilerías) y metanol. Pero la cantidad de isobutileno formada en destilería era insuficiente para producir masivamente MTBE. Exxon buscaba implementar un nuevo proceso que consistía en obtener una mezcla de isobutanol y metanol a partir de gas de síntesis y producir luego MTBE previa deshidratación de isobutanol a isobutileno. Pero los catalizadores y procesos existentes para obtener la mezcla isobutanol/metanol requerida eran poco activos y selectivos. Enrique me propuso que durante mi estadía tratara de desarrollar un catalizador novedoso que fuera eficiente para el proceso buscado y tuviera factibilidad técnico-económica; él conocía perfectamente nuestras investigaciones en Argentina sobre la producción de

methyl fuel a partir de gas de síntesis, un proceso que presentaba cierta similitud con el nuevo tema. El grupo de trabajo se formó con Stuart Soled, un investigador senior del CRL que ya era un reconocido científico en EE.UU., Sal Miseo, un técnico especializado en la síntesis de catalizadores, y Bruce De Rites, quien llevaría a cabo los tests catalíticos a alta presión. Rápidamente tuve que adaptarme a las características propias de hacer investigación en una empresa privada de primera magnitud mundial, en la cual la competencia y la innovación tecnológica son el motor de todos los proyectos que se ponen en marcha: la producción estimulada de patentes como instrumento constante para proteger los descubrimientos; el estricto control (y hasta el desaliento) para publicar *papers* con resultados considerados "sensibles"; las reuniones grupales semanales sólo para tratar propuestas de alta originalidad; la fuerte y continua inversión en equipos de última generación; el control riguroso del tiempo y de las etapas planificadas en los proyectos de investigación, la amplia libertad de manejo del dinero que tenían asignado por parte de los líderes de los proyectos, la importancia de



Figura 2: Con S. Soled, E. Iglesia e I. Di Cosimo en San Francisco, USA, 2009.

preservar la imagen de la empresa en todas las presentaciones en congresos y seminarios científicos. Como resultado, se creaba un ambiente a la vez tenso y estimulante, donde parecía que el único impedimento que existía para no alcanzar los objetivos eran las limitaciones personales. Al comenzar los 90, ya las PC IBM se habían adueñado en Exxon de la automatización de los equipos de laboratorios y de las oficinas de los investigadores. Lo cual significaba en comparación con mi experiencia anterior un salto de productividad laboral significativo. Por otra parte, el CRL no sólo tenía un plantel de investigadores de excelencia, sino que muchos de los profesores más renombrados de las universidades americanas eran contratados como consultores; venían al menos una vez al mes al CRL para discutir sobre los planes de investigación en marcha. De esta manera, pude rápidamente relacionarme con varios profesores que estaban a cargo de los grupos de investigación en catálisis más importantes en EE.UU. Además, una vez al mes participábamos de las reuniones que organizaba la Sociedad de Catálisis de New York, la cual reunía a los profesionales que trabajaban en catálisis en industrias y universidades ubicadas en New Jersey y New York. En esta región existían numerosas empresas que tenían grupos de investigación en catálisis, por lo que las reuniones tenían audiencia numerosa; se presentaban seminarios y se discutía e intercambiaba información técnica. Estas reuniones resultaron una oportunidad adicional para comprender cómo el éxito de un plan de investigación podía traducirse casi invariablemente en generación de tecnología más competitiva, en el país más avanzado del mundo.

La posibilidad de sintetizar con rapidez distintas formulaciones catalíticas y evaluarlas a continuación,

nos permitió avanzar sin mayores inconvenientes en nuestro plan de investigación. Tres meses antes de finalizar mi contrato, presenté en una charla nuestros últimos resultados que mostraban que un catalizador desarrollado por nosotros, del tipo Cu/Ce(Y)/Mg, producía a 50 atm la mezcla isobutanol/metanol con la productividad que se nos había exigido como objetivo. La empresa decidió presentar 4 patentes para cubrir el descubrimiento (Apesteguía y col., 1994; Apesteguía y col., 1995); también nos autorizó luego a publicar resultados marginales en el tema (Apesteguía y col., 1997). En 1992 regresé a Argentina. Además de quienes integraron el grupo de trabajo, quiero recordar acá a otros investigadores que trabajaban en ese momento en la división de catálisis del CRL y que también me ayudaron para completar una estadía de mucha utilidad en Exxon: Gary Mac Vicker, Sebastián Reyes, Shun Fung, Carlos Querini y Raúl Mignone. E. Iglesia dejó Exxon en 1993, aceptando una muy buena oferta de la Universidad de California en Berkeley, para incorporarse como Profesor de la misma. Comenzó entonces su brillante carrera como investigador científico, en la cual sería pronto distinguido con los premios más importantes de la especialidad en el mundo. En la actualidad, es seguramente el científico de mayor prestigio en catálisis en Estados Unidos; desde hace varios años es el Presidente de la Sociedad Norteamericana de Catálisis. Con Enrique mantenemos desde mi estadía en Exxon una relación científica y de amistad muy estrecha. Hemos trabajado en conjunto en Proyectos bilaterales y dos de mis becarios (Marcelo Ginés y María E. Sad) realizaron sus estadías posdoctorales con él en Berkeley. Uno de los *papers* que publicamos en colaboración en 1998 sobre las propiedades catalíticas de óxidos mixtos Mg_xAl_yO es hoy un

clásico, con más de 400 citas según Scopus (Di Cosimo y col., 1998). Enrique visitó nuestro grupo en Argentina en varias oportunidades y fue nombrado Profesor Honorario de la UNL en 2005. A partir de esta estadía en Exxon, mantuve una muy buena colaboración científica y personal con distintos grupos de investigación estadounidenses, lo cual facilitó la realización de estadías de perfeccionamiento en este país a varios de mis becarios. He participado desde 1992 prácticamente en todos los Congresos Norteamericanos de Catálisis (que tienen lugar cada dos años) y con cierta frecuencia en los congresos organizados por el AIChE (*American Institute of Chemical Engineers*).

■ 7- EL GICIC

Al volver de Estados Unidos al INCAPE sentía que era el momento justo para poner en marcha el grupo de investigación que había imaginado años antes. Mis primeros becarios estaban ya de regreso en Argentina, luego de completar un excelente adiestramiento científico en el exterior, y estaban ingresando a la carrera de investigador del CONICET. Mi idea era organizar un grupo multitemático, con estructura tipo "matricial" en la cual hubiera un responsable por cada proyecto que debía tener un alto componente de originalidad e innovación. Esta organización dejaba de lado la posibilidad de crear un grupo "especializado", cuya excelencia se midiera por la profundidad de los avances que pudiera alcanzar en un tema determinado. Por mi experiencia, tenía el convencimiento de que en nuestra disciplina valía aquello de que "saber mucho de poco es saber poco". Aunque muchas veces me retrucaron con el sabio refrán "el que mucho abarca, poco aprieta". En nuestra estructura matricial formamos inicialmente un grupo que in-



Figura 3: CEI GICIC en 2013.

vestigaría procesos promovidos por catalizadores básicos, cuya responsabilidad asumió I. Di Cosimo; otro grupo orientó sus investigaciones al desarrollo de catalizadores para procesos de hidrogenación selectiva, particularmente en fase líquida, dirigido por A. Marchi; un tercer grupo investigaría el desarrollo de catalizadores metálicos soportados de aplicación en catálisis ambiental y sería orientado por T. Garetto; A. Borgna sería responsable de una línea de investigación sobre catalizadores bifuncionales de aplicación en la síntesis de productos derivados del petróleo; también continuaríamos investigando sobre procesos de valorización del gas de síntesis, como una continuación de nuestros trabajos previos. De esta manera comenzamos una nueva etapa en nuestro grupo, al cual denominamos GICIC (Grupo de Investigaciones en Ciencias e Ingeniería Catalíticas, www.fiq.unl.edu.ar/gicic). Los avances iniciales fueron relativamente lentos, dado que varios de los ob-

jetivos buscados representaban desafíos científicos importantes, con características originales. Por ejemplo, ningún grupo en Latinoamérica trabajaba en el desarrollo de catalizadores sólidos básicos cuando comenzamos nuestras investigaciones en este tema. La razón era que la gran mayoría de los procesos industriales que empleaban eficientemente catálisis básica eran homogéneos, es decir usaban como catalizadores hidróxidos o sales básicas solubles. Sin embargo, estos procesos eran corrosivos y agresivos al medio ambiente, por lo que nosotros interpretamos que en el corto plazo deberían ser reemplazados, por restricciones legales, por procesos que utilizaran catalizadores básicos sólidos. Y esto fue efectivamente lo que ocurrió. De manera que nuestras primera publicaciones empleando sólidos básicos eficientes para promover reacciones de condensación en fase gas (Di Cosimo y col., 1996) fueron pioneras a nivel internacional y pronto posicionaron a nuestro grupo como referen-

te en este tema. Posición de privilegio que se consolidó posteriormente al desarrollar catalizadores básicos para importantes procesos empleados en industrias petroquímica (Di Cosimo y col., 2002) y de fragancias (Diez y col., 2006). En el caso de catalizadores para hidrogenaciones selectivas, nos propusimos desarrollar un nuevo proceso para producir (-)-mentol que es un producto químico fino de amplio uso en la industria. El (-)-mentol se sintetiza comercialmente vía dos procesos multietapas que emplean materias primas derivadas del petróleo. El proceso en una etapa que nosotros proponíamos partía del citral, que es un producto renovable contenido en un 80% en aceites esenciales del *lemongrass*. Nuestras investigaciones fueron exitosas y el nuevo proceso de síntesis fue patentado (Trasarti y col., 2004) y luego publicado con buena repercusión internacional (Trasarti y col., 2004). En esta misma línea, acoplado al concepto de reacciones tándem, desarrollamos procesos

novedosos para producir aminas secundarias e indenos, ambos patentados recientemente (Bertero y col., 2012; Apesteguía y col., 2014). En el área de catálisis ambiental obtuvimos un catalizador de Pt soportado sobre zeolita ácida para eliminar alcanos de efluentes gaseosos que fue dos órdenes de magnitud más activo que el catalizador usado comercialmente en esos momentos (Garetto y col., 2004). Utilizando sólidos catalíticos microporosos, y aplicando el concepto de selectividad de forma, produjimos *p*-cresol por metilación de fenol en rendimientos más elevados que los máximos informados en la literatura (Sad y col., 2008). Estos y otros resultados que originaron publicaciones de impacto internacional, mostraron que la impronta innovadora que caracterizó a los proyectos originales del GICIC había dado sus frutos. El grupo de investigación se fue consolidando con el ingreso de nuevos tesis, manteniendo la política de elegir temas de tesis que fueran originales e implicaran desafíos científicos precisos a resolver. En general, los temas de investigación fueron evolucionando en función de la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías basadas en procesos químicos eco-compatibles que emplearan materias primas renovables. Comenzamos entonces nuevas líneas de investigación direccionadas al desarrollo de procesos catalíticos para producir hidrógeno, energía y biocombustibles a partir de biomasa y también para la síntesis de productos químicos valiosos a partir de recursos naturales renovables. Dentro de esta última temática, hemos publicados los primeros *papers* en la literatura internacional informando del empleo de complejos catalíticos inmovilizados para sintetizar productos químicos finos a partir de compuestos derivados de aceites vegetales empleando reacciones de metátesis (Zelin y col., 2013). A medida que muchos

de los proyectos en marcha alcanzaban razonablemente sus objetivos y podíamos publicar resultados de impacto innovador, el GICIC comenzó a ser reconocido internacionalmente. De esta manera, desde 1998 fui conferencista Plenario o Invitado en alrededor de 40 Congresos Internacionales, señalando en especial la Conferencia Invitada en el 15th *International Congress on Catalysis* (Munich, Alemania, 2012), y la Conferencia Plenaria en el 2013 *AIChE Annual Meeting* ("James Y. Oldshue Lecture", San Francisco, EE.UU., 2013). Fui incorporado a los *Editorial Boards* de las revistas científicas más importantes en catálisis a nivel internacional, tales como *Journal of Catalysis* y *Applied Catalysis A* y B. Me nombraron Presidente de la Sociedad Argentina de Catálisis (1996-1999 y 2000-2003) y fui el primer Presidente de la Federación Iberoamericana de Sociedades de Catálisis (1999-2004). Durante tres años, entre 2002 y 2004, fui Asesor del Instituto Mexicano del Petróleo, PEMEX, México. Y llegaron también reconocimientos y premios, entre los que debo agradecer el Premio Houssay otorgado por el MINCYT en 2007, el Premio Consagración otorgado en 2008 por la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y el Premio "Ing. Luis A. Huergo 2007", otorgado por la Academia Nacional de Ingeniería. A lo largo de mi carrera científica, he dirigido o codirigido a más de 20 investigadores y tesis doctorales del CONICET. Los nombres de varios de ellos han aparecido previamente en esta Reseña y quiero aquí nombrar al resto: María Sol Avila, Nicolás Bertero, Verónica Diez, Hernán Duarte, Cristian Ferretti, Luis Gonzalez, Pablo Luggren, Pablo Nieres, Cristina Padró, Darío Segobia, Gerardo Torres, Andrés Trasarti, Nicolás Vanoy, Charito Vignatti y Juan Zelin. A todos ellos les agradezco profundamente el invaluable apoyo y la

cálida amistad que me han brindado a lo largo de tantos años.

■ 8- VIDA ACADÉMICA

Mi vida académica ha transcurrido esencialmente en la Facultad de Ingeniería Química de la UNL. Desde mi ingreso como docente auxiliar en 1972, he ejercido hasta el presente prácticamente todo el escalón de cargos docentes universitarios. Por concurso, fui designado Profesor Asociado en 1984 y luego Profesor Titular Ordinario en 1996, cargo en el que continúo trabajando. Enseño Diseño de Reactores Heterogéneos en la carrera de Ingeniería Química y Diseño de Reactores Biológicos en la carrera de Ingeniería en Alimentos. He desempeñado distintos cargos de responsabilidad académica y de gestión. Por ejemplo, he sido Director del Departamento de Ingeniería Química (1991-1999), Director del Departamento de Ingeniería de Materiales (2005-2012, ver Apostilla 1) y Jefe del Área de Ingeniería de las Reacciones Químicas (1999-2005). Fui Consejero Docente en el Consejo Superior de la UNL (1989-1993) y en el Consejo Directivo de la FIQ (1994-1997). También Vice Director del Centro de Tecnología Educativa Aplicada (CETEA, 1983-1986) y Director del Centro de Investigaciones en Ciencias de los Materiales (CENMAT, ver Apostilla 1). Todos estos cargos, y otros que sería largo de enumerar, los he ejercido invariablemente *ad-honorem* y empeñando el mejor de mis esfuerzos. Aunque de manera muy modesta, ha sido mi aporte a la educación pública argentina que no sólo nunca me pidió un peso para ir a las aulas, sino que incluso financió gran parte de mis estudios universitarios.

■ 9- FINAL

Y esta historia de trebejos y catálisis todavía continúa. Porque en

realidad nunca me alejé del todo del ajedrez. Mis jornadas en el GICIC comienzan indefectiblemente con dos partidas ping-pong contra la computadora. La primera es contra un software que considero inhumano, dado que pierdo invariablemente; la segunda, contra un software que elegí que sea más humano y al cual puedo ganarle de vez en cuando. Luego de estos ping-pong, recién comienza mi tarea habitual de buscar en lo desconocido, porque como dijera Borges en uno de sus antológicos pensamientos: "Si de algo somos ricos es de perplejidades y no de certezas".

■ BIBLIOGRAFÍA

- Apesteuguía C.R., Barbier J. (1982). *The role of catalyst presulfuration in some reactions of catalytic reforming and hydrogenolysis*. Journal of Catalysis, **78**, 352-359.
- Apesteuguía C.R., De Rites B., Miseso S., Soled S. (1997). *Catalysts for producing methanol and isobutanol mixtures from synthesis gas*. Catalysis Letters, **44** (1-2), 1-5.
- Apesteuguía C.R., Garetto T.F., Borgna A. (1987). *On the sulfur-aided metal-support interaction in Pt/Al₂O₃Cl*. Journal of Catalysis, **106**, 73-84.
- Apesteuguía C.R., Garetto T.F., Borgna A., Parera J.M. (1984). *Sulfurization of Pt/Al₂O₃-Cl catalysts. VI. SulfurPlatinum interaction studied by infrared spectroscopy*. Journal of Catalysis, **89**, 52-59.
- Apesteuguía C.R., Marta J., Tombolini R. (1978). *Producción de perifiton en ambientes acuáticos del río Paraná Medio*. Ecología **3**, 43-55.
- Apesteuguía C.R., Segobia D.J., Trastanti A.F. (2014). *Un proceso para la obtención de aminas secundarias*, Solicitud N° 20140104126, INPI, Argentina, UNL-CONICET.
- Apesteuguía C.R., Soled S., Miseso S. (1994). *Catalysts for synthetic production of isoalcohol from carbon monoxide and hydrogen*, Japanese Patent JP6319999AA, EXXON Research & Engineering Co.
- Apesteuguía C.R., Soled S., Miseso S. (1995). *Catalysts for iso-alcohol synthesis from CO+H₂*, U.S. Patent 5,387,570, EXXON Research & Engineering Co.,
- Bertero N.M., Bustos G.D., Apesteuguía C.R., Marchi A.J. (2012). *Proceso de obtención de indeno a partir de 1-indanol en fase líquida*, Solicitud N° 20120100975, INPI, Argentina, Universidad Nacional del Litoral.
- Borgna A., Le Normand F., Garetto T., Apesteuguía C.R., Moraweck B. (1992). *Sintering of Pt/Al₂O₃ reforming catalysts: EXAFS study of the behavior of metal particles under oxidizing atmosphere*. Catalysis Letters, **13**, 175-188.
- Di Cosimo J.I., Apesteuguía C.R., Brizzi R. (1990). *Procedimiento para la preparación de un catalizador de Cu/Co(Zn)/Al para la producción de alcoholes C₁-C₆ a partir de gas de síntesis y el catalizador obtenido por dicho procedimiento*, Patente N° 247.834, INPI, Argentina, Yacimientos Petrolíferos Fiscales.
- Di Cosimo J.I., Díez V., Apesteuguía C.R. (1996). *Base catalysis for the synthesis of α,β-unsaturated ketones from the vapor-phase aldol condensation of acetone*. Applied Catalysis, **137**, 149-166.
- Di Cosimo J.I., Díez V.K., Xu M., Iglesia E., Apesteuguía C.R. (1998). *Structure and surface and catalytic properties of Mg-Al basic oxides*. Journal of Catalysis, **178**, 499-510.
- Di Cosimo J.I., Marchi A.J., Apesteuguía C.R. (1992). *Preparation of ternary Cu/Co/Al catalysts by the amorphous citrate process. II. Influence of the decomposition-calcination atmosphere*. Journal of Catalysis, **134**, 594-607.
- Di Cosimo J.I., Torres G., Apesteuguía C.R. (2002). *One-step MIBK synthesis. A new process from 2-propanol*. Journal of Catalysis, **208**, 114-123.
- Díez V.K., Apesteuguía C.R., Di Cosimo J.I. (2006). *Aldol condensation of citral with acetone on MgO and alkali-promoted MgO catalysts*. Journal of Catalysis, **240**, 235-244.
- Garetto T.F., Borgna A., Apesteuguía C.R., Lavalley J.C. (1992). *Industrial regeneration of naphtha reforming catalyst contaminated by sulfates ions: The effect of sulfate level*. Industrial & Engineering Chemistry Research, **31**, 1283-1288.
- Garetto T.F., Rincón E., Apesteuguía C.R. (2004). *Deep oxidation of propane on Pt-supported catalysts: Drastic turnover rate enhancement using zeolite supports*. Applied Catalysis B: Environmental, **48**, 167-174.
- Le Normand F., Borgna A., Garetto T.F., Apesteuguía C.R., Moraweck B. (1996). *Redispersión of sintered Pt/Al₂O₃ naphtha reforming catalysts: A in situ study monitored by X-ray absorption spectroscopy*. Journal of Physical Chemistry, **100**, 9068-9076.

- Sad M.E., Padró C.L., Apesteguía C.R. (2008). *Selective synthesis of p-cresol by methylation of phenol*. *Applied Catalysis A: General*, **342**, 40-48
- Trasarti A.F., Marchi A.J., Apesteguía C.R. (2004). *Proceso para la obtención de mentoles*, Universidad Nacional del Litoral, N° P040102637, INPL., Argentina, Universidad Nacional del Litoral.
- Trasarti A.F., Marchi A.J., Apesteguía C.R. (2004). *Highly-selective synthesis of menthols from citral in a one-step process*. *Journal of Catalysis*, **224**, 484-488.
- Zelin J., Trasarti A.F., Apesteguía C.R. (2013). *Self-metathesis of methyl oleate on silica-supported Hoveyda-Grubbs catalysts*. *Catalysis Communications*, **42**, 84-88

Apostilla 1: El CENMAT y la Ingeniería en Materiales

En los comienzos de los 90 pude observar en Estados Unidos cómo las Facultades de Ingeniería Química americanas iban cambiando sus nombres por uno más abarcativo, el de Ingeniería en Materiales, marcando un interés creciente, que se consolidaría en los años siguientes, por parte de empresas y Universidades hacia la nueva disciplina. También comprobé en Brasil, algunos años más tarde, la existencia de numerosas Facultades de Ingeniería en Materiales, algunas de ellas creadas a principios de la década del 70. En 2002 fui conferencista invitado en el *workshop "Frontiers in Materials Science"* que se realizó en Viña del Mar organizado por el CIMAT (Centro para la Investigación Interdisciplinaria Avanzada en Ciencias de los Materiales) de la Universidad de Chile y el *Materials Research Laboratory* de la Universidad de California en Santa Barbara. En base a conversaciones con mis colegas chilenos, me resultó interesante y atractivo el funcionamiento del CIMAT, que reunía grupos de investigación de diferentes disciplinas en el área de materiales, con el objetivo de potenciar la presentación de proyectos de investigación conjuntos, en la interfase temática de sus respectivas investigaciones. Me di cuenta que en Santa Fe teníamos también un más que interesante potencial, dado que existían muy buenos grupos de trabajo en la FIQ y en los institutos de CONICET especializados en distintos temas de materiales. Al volver a Santa Fe, le comenté al Decano de la FIQ en esos momentos, el Ing. Pedro Mancini, la posibilidad de crear un Centro en Materiales que tuviera las características señaladas. La idea tuvo muy buena acogida por parte del Decano, quien me pidió que le presentara un proyecto de organización de tal Centro. Luego de conversar con investigadores de distintos grupos de investigación en materiales, elevé al Decano el proyecto de organización del CENMAT (así se llamó el Centro), el cual fue creado por el Consejo Directivo de la FIQ en marzo de 2003, nombrándome su Director Organizador. Estaban integrados al CENMAT investigadores en Materiales Lignocelulósicos, Materiales Catalíticos, Reología de Materiales, Polímeros Sintéticos, Semiconductores, Electroquímica de Materiales y Corrosión, Metalurgia, Caracterización de Superficies y Síntesis de Nuevos Materiales. A medida que trabajaba en la organización del CENMAT, constaté que la carrera de Ingeniería en Materiales en Argentina sólo se dictaba en tres Universidades del país: Universidad Nacional de Mar del Plata (la carrera fue creada en 1991), Universidad Nacional de La Plata (basada en la carrera de Ingeniería en Metalurgia) y en la Universidad Nacional General San Martín (creada en 1996). Pero el número de egresados era muy bajo: alrededor de 20 ingenieros en materiales por año en todo el país. Los números de Brasil daban en 2004 que la carrera de Ingeniería de Materiales se dictaba en 18 Universidades y el número de egresados promediaba 250 por año. Con estos números, concluimos con el Decano Mancini que había una carencia de esta disciplina en el país y que nuestra Facultad podría contribuir a paliar esta situación creando la carrera de Ingeniería de Materiales en la FIQ. De manera que en el año 2004 comenzamos a trabajar (junto con la Dra. Diana Estenoz y el Ing. Enrique Albizzati) en una propuesta de creación de la carrera de Ingeniería de Materiales y en la formulación del Plan de Estudios respectivo. En base a esta propuesta, el Consejo Directivo de la FIQ creó en 2005 la carrera y me nombró Director del Departamento de Ingeniería en Materiales, cargo que ejercí hasta que egresó el primer Ingeniero en Materiales de la FIQ, en 2012. La carrera y el plan de estudios pudieron implementarse eficientemente porque la mayoría de las asignaturas específicas fueron dictadas por profesores ya integrados en el CENMAT, por lo que existía entre ellos una muy buena complementación. Esta carrera está hoy en día consolidada institucional y académicamente, y acaba de recibir en 2014 la máxima acreditación que otorga la CONEAU. Sin embargo, y en contra de mis pronósticos, no se ha verificado aún un aumento sustancial del número de alumnos que estudia esta disciplina, lo mismo que en el país. Como en otras cosas, parecemos en esto estar todavía fuera del equilibrio.