

MEMORIAS DE UN FÍSICO DEL MERCOSUR

Palabras clave: propiedades estructurales de sólidos, transiciones de fase en nanomateriales, materiales nanoestructurados, XRD, SAXS, luz sincrotrón.
Key words: structural properties of solids, phase transitions in nanomaterials, nanostructured materials, XRD, SAXS, synchrotron light.

■ **Aldo Felix Craievich**

craievich@if.usp.br

“J’ai imaginé que l’auteur pouvait lui seul tracer une idée sûre, et complète de son caractère, de ses anecdotes et de ses écrits; et j’ai cru qu’en faisant publier de son vivant les mémoires de sa vie, et n’étant pas démenti par ses contemporains, la postérité pourroit s’en rapporter à sa bonne foi.”

(Goldoni, 1814)

■ RESUMEN

Nací en la provincia de Santa Fe en 1939 y me gradué como físico en el Instituto Balseiro de San Carlos de Bariloche en 1964. Inicié mi actividad profesional en el Instituto de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba (hoy FaMAF), donde permanecí hasta 1973. En ese año me trasladé al Brasil donde trabajé sucesivamente en el Instituto de Física y Química de San Carlos (San Carlos), *Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas* (Rio de Janeiro), Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón (Campinas) e Instituto de Física de la Universidad de San Pablo (San Pablo). Las principales líneas de investigación que desarrollé durante mi carrera fueron estudios sobre mecanismos de separación de fases en materiales vítreos, transiciones de fase en cristales moleculares,

cinéticas de transformación en procesos sol-gel, estructuras de nanomateriales, estabilidad de fases de materiales nanoestructurados y conformaciones de macromoléculas en solución, mediante el uso de las técnicas de difracción, dispersión a pequeños ángulos y absorción de rayos X. Participé desde 1980 en el proceso que condujo a la construcción de la primera fuente de radiación sincrotrón del Brasil (primera también en el hemisferio sud), inicialmente como coordinador del comité ejecutivo del Proyecto Radiación Sincrotrón del CNPq y después como director adjunto del Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón hasta 1997. Actualmente desarrollo mis actividades en el Instituto de Física de la Universidad de San Pablo, desde 2009 como profesor *senior*.

■ 1. INTRODUCCIÓN

Expongo inicialmente en esta reseña mi visión actual sobre las principales características de mis orígenes y de mis formaciones primaria, secundaria y universitaria, realizadas sucesivamente en Santa Fe, Córdoba y finalmente en Bariloche, donde completé mis estudios de grado en física. Más adelante describo las actividades científicas y los desafíos asociados a mis prime-

ros pasos profesionales en la Argentina, en Córdoba, y después en el Brasil, en San Carlos, Rio de Janeiro, Campinas y San Pablo. Menciono también las características principales asociadas a tres períodos durante los cuales trabajé en Orsay, Francia. Además expongo las razones que me indujeron a emigrar de la Argentina al Brasil y después a transferir mi actividad profesional de San Carlos a Rio de Janeiro, más tarde a Campinas y finalmente a San Pablo.

Para que el texto sea accesible a un público amplio, no me extiendo demasiado sobre los diversos temas de investigación en los cuales trabajé. Los lectores interesados en obtener información adicional pueden consultar los artículos referenciados al final de este texto y aquellos incluidos en la lista completa de mis publicaciones que puede ser encontrada en la página web: <http://lattes.cnpq.br/5852367984234501>

No es fácil escribir una visión autobiográfica entre otras cosas porque en las adjetivaciones del trabajo propio no se puede evitar una cierta dosis de subjetividad. Naturalmente, evaluaciones más objetivas sobre la relevancia y la trascendencia del trabajo de cada uno son las realizadas por personas que fueron testigos

del mismo. Por esa razón transcribo en esta reseña algunos comentarios de colegas que conocen mi trabajo, que preservó en sus idiomas originales.

■ 2. EL PRINCIPIO

Mi padre, Antonio, nació en un pequeño pueblo, Grisignana, en la península de Istria, situado a aproximadamente 50 Km al sur de la ciudad italiana de Trieste. Esta región perteneció al imperio Austro-Húngaro hasta 1918, después a Italia hasta 1945, más tarde a Yugoslavia hasta principios de la década de 1990 y actualmente a Croacia. Llegó a la Argentina en 1928, huyendo de la crisis económica que asolaba Europa. Como muchos inmigrantes, mi padre planeaba trabajar algún tiempo en la Argentina, mejorar su situación económica y volver después a su país de origen, donde había permanecido su familia. También como muchos inmigrantes, nunca volvió. Mi madre, Magdalena, nacida en la misma región que mi padre, llegó a la Argentina más tarde, en 1938 y se reencontró con él en Zavalla, pueblo cercano a la ciudad de Rosario. Allí yo nací en 1939 y mi hermano, Mario, en 1941. Mi padre, en esa época empleado de Vialidad Nacional, fue trasladado en 1945 a la ciudad de Santa Fe, lo que originó la primera de mis varias mudanzas de lugar de residencia. En 1954, debido a problemas de salud de mi madre, nos mudamos a la ciudad de Córdoba, donde mis padres permanecieron hasta el fin de sus días.

Tuve un hogar feliz y un ambiente propicio para mi educación. Mis padres se caracterizaron por la rectitud de sus acciones, preocupación constante por el cuidado de sus hijos, disciplina y seriedad en el trabajo y respeto por el prójimo. Las mejores enseñanzas que recibí de ellos no me las transmitieron me-

dante discursos ni reprimendas sino a través del ejemplo constante y sin fallas.

■ 3. LA ESCUELA PRIMARIA.

Cinco de los seis años de mis estudios primarios fueron en la Escuela Provincial N° 139 Jorge Stephenson, en el barrio Villa María Selva de la ciudad de Santa Fe, desde 1946 a 1951. Durante todo ese período tuve una única maestra, Nélida I. de Yunis. Fueron buenos tiempos durante los cuales Nélida me hizo dar los primeros pasos de mi educación, por un lado, con clara competencia y seriedad y, por otro, con extrema sensibilidad y ternura.

Mis contactos con Nélida continuaron después de la conclusión de mis estudios primarios. En varias de mis posteriores visitas a Santa Fe, a lo largo de un período de más de 50 años, tuve la satisfacción de volver a conversar con ella sobre tiempos pasados y otros temas variados. Más recientemente, en 2001, tuve el placer de reencontrarme con muchos de mis antiguos compañeros, en la propia Escuela Jorge Stephenson, en ocasión de la fiesta que celebró los 50 años del fin de nuestros estudios primarios y más tarde, en 2003, en la celebración del 90° cumpleaños de Nélida.

■ 4. ESTUDIOS SECUNDARIOS

Mis estudios secundarios comenzaron en la Escuela Industrial Superior de Santa Fe, situada en la calle Junín. Si por las razones ya mencionadas considero que tuve una educación primaria - estatal y gratuita - de excelente nivel, no puedo decir menos de mis dos primeros años de estudios secundarios, en 1952 y 1953. La Escuela Industrial Superior de Santa Fe se caracterizaba en esa época por una enseñanza de calidad y alta exigencia, lo cual

requería una dedicación intensa de los estudiantes. Por otro lado, la calidad reconocida de esa Escuela transmitía visible satisfacción y orgullo a sus alumnos. El programa de estudios de la Escuela Industrial Superior incluía además de las materias de formación básica y técnica, otras como dibujo artístico, música, latín, botánica, francés... que contribuyeron para crear mi primera base de cultura general.

Casi 60 años después de haber egresado de la Escuela Industrial, en noviembre de 2009, di un curso de una semana en la vecina Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional del Litoral. Durante esa misma semana, tuve la oportunidad de asistir a un acto que celebraba los 100 años desde que la Escuela Industrial pasó a depender de la Nación, en el que participaron autoridades de gobierno, profesores, alumnos, egresados y familiares. Noté claramente, por las actitudes de los numerosos participantes, por el contenido de los discursos y por el entusiasmo con que todos cantamos la "canción de la Escuela Industrial", que la búsqueda de excelencia persiste y que el sentimiento de orgullo por ser o haber sido alumno de esa escuela se mantiene vivo.

En 1954, cuando tenía 15 años, nos trasladamos con mi familia de Santa Fe a Córdoba. Problemas de salud de mis padres y una situación algo frágil de nuestra economía familiar me indujeron a buscar alguna alternativa para mis estudios secundarios que me permitiese también trabajar. La solución que encontré fue ingresar a la Escuela de Aprendices de la empresa estatal Industrias Aeronáuticas y Mecánicas del Estado - IAME, después DINFIA - en la cual, además de formación técnica, recibía un salario. Desde 1957 hasta julio de 1961, después de haber concluido el período de tres años

como aprendiz, continué mi actividad en el IAME como operario en su fábrica de aviones.

En paralelo con mis actividades de trabajo, continué mis estudios secundarios en el colegio nocturno José María Paz, adscripto al colegio nacional Deán Funes de Córdoba, hasta completar el bachillerato en 1958.

Durante los últimos años de mis estudios secundarios reflexioné largamente sobre el tipo de carrera que cursaría posteriormente en la universidad. Decidí estudiar ingeniería aeronáutica en la Universidad Nacional de Córdoba, donde ingresé en 1959. Esa elección fue ciertamente influenciada por la naturaleza de mis actividades en la fábrica de aviones del IAME, donde en esa época pensaba continuar mi carrera profesional.

■ 5. ESTUDIOS UNIVERSITARIOS

Ingresé a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba en marzo de 1959 para estudiar ingeniería aeronáutica. Durante los primeros años en la Universidad de Córdoba tuve que continuar dividiendo mi tiempo de estudio con el de mi trabajo en el IAME. Conservo buenos recuerdos de los profesores de las diversas materias básicas de la facultad. Sin embargo, las limitaciones de tiempo provocadas por mis actividades de trabajo hicieron que considerase insatisfactorios tanto la calidad como el ritmo de avance de mis estudios.

Después de concluir dos años de estudio de ingeniería, en marzo de 1961, mientras me inscribía en el tercer año, leí un *poster* que mencionaba la abertura de un concurso de ingreso a la carrera de física en el Instituto de Física de San Carlos

de Bariloche (después Instituto Balseiro). Uno de los requisitos para el ingreso, que yo satisfacía, era haber aprobado el segundo año de estudios de física o ingeniería. Me llamó particularmente la atención el hecho de que ese instituto, además de ofrecer una enseñanza de buen nivel, concediese becas integrales a todos sus alumnos.

La oportunidad de continuar mis estudios en el Instituto de Física de Bariloche me pareció atrayente principalmente porque me abría la posibilidad de dedicación en tiempo integral. Sin pensarlo mucho me inscribí y algunos meses después aprobé el concurso de ingreso. En agosto de 1961 llegué a Bariloche, después de un viaje en tren desde Córdoba de casi 60 horas, para continuar mis estudios universitarios en física. Ese mismo año otros cuatro compañeros de Córdoba siguieron el mismo camino, Daniel Sprevak, Eduardo Pasquini, Héctor Gonzalez y Bernardino Toledo. Lamentablemente, nuestro querido compañero y amigo Eduardo Pasquini fue uno de los “desaparecidos”, en el año 1976, durante el régimen militar de la Argentina.

Considero los tres años y medio de estudios en el Instituto Balseiro, junto con los de mi escuela primaria y los del comienzo de mis estudios secundarios en Santa Fe, particularmente importantes para mi formación. Tuve realmente en el Instituto Balseiro la posibilidad de dedicarme integralmente al estudio, en un ambiente propicio, sin necesidad de dividir mi tiempo con otras preocupaciones.

Durante la parte básica de mis estudios tuve varios profesores de excelente nivel entre los cuales recuerdo aún hoy con especial respeto a José Balseiro, Enrique Gaviola y Guido Beck.

José Balseiro nos dio la primera parte de mecánica clásica en agosto y septiembre de 1961 ya visiblemente afectado por la enfermedad por la cual falleció en marzo de 1962. A pesar del período de mi interacción con Balseiro haber sido breve, fue suficiente para apreciar claramente su rigor y su brillante y abnegada actuación como director y profesor del Instituto de Física. Su trabajo sin pausa y su amor por el Instituto que él creó fueron ejemplares. A pesar de su desaparición temprana, Balseiro ejerció una fuerte influencia sobre sus colegas y sus alumnos de la época y también sobre las generaciones posteriores. Recordé repetidas veces a lo largo de mi vida el pensamiento preciso y claro de Balseiro sobre la importancia del “respeto por el trabajo ajeno”, que expresó en un trecho de su mensaje a los nuevos licenciados de la primera promoción del Instituto de Física de Bariloche (Balseiro, 1958): “Deben tener un profundo respeto por el trabajo ajeno. Respeto por el que más sabe y puede más, pero también respeto por el menos dotado, el que puede menos pero que realiza su labor con humildad, tesón y cariño. No creo que haya un índice más patético de incultura, exceptuando la violencia, que la falta de respeto por el trabajo ajeno. Esta falta de respeto es una forma de destrucción y quien destruye el fruto del trabajo ajeno bien puede ser calificado de salvaje, esto es, la incultura en su más prístina forma”.

Enrique Gaviola fue nuestro profesor de física moderna y Guido Beck nos dio clases de mecánica cuántica durante algunos meses antes de emigrar al Brasil en 1963. Las personalidades singulares y las importantes contribuciones científicas de Gaviola y Beck son conocidas y no me extenderé sobre ello. Solamente mencionaré aquí que las claras visiones que ellos me transmi-

tieron sobre la naturaleza e importancia de la investigación científica fueron fundamentales para desarrollar mi pasión por las ciencias físicas que perdura hasta hoy.

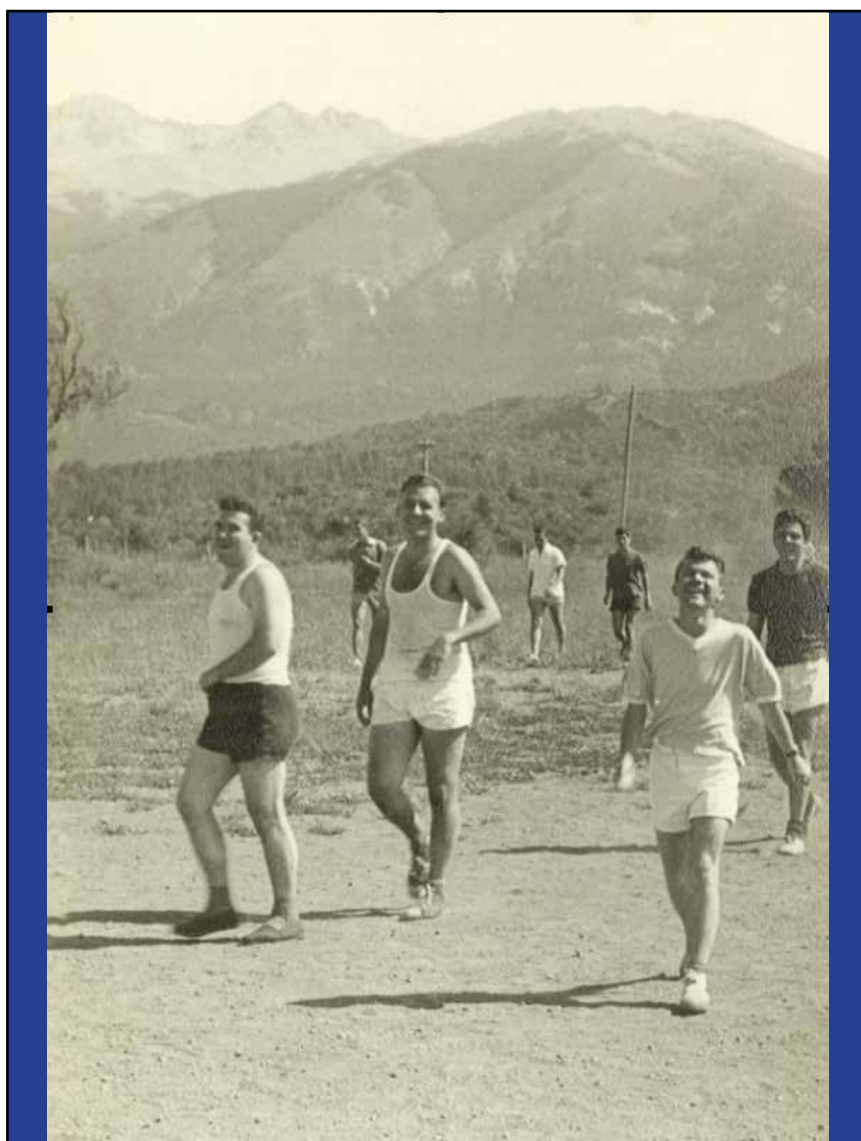
Conservo también recuerdos pintorescos y simpáticos de Enrique Gaviola y de Guido Beck. Por ejemplo, Gaviola nos sorprendió cierta vez con una iniciativa inesperada al invitarnos, a todos los estudiantes, a plantar un árbol y cuidar de su crecimiento durante un año. Esa iniciativa, resistida inicialmente por algunos, resultó ser una muy buena idea que mejoró significativamente el paisaje del campus del Instituto. Beck llegó diversas veces al pabellón de aulas vestido integralmente de gaucho y montado en su caballo. Según decía era ésa una forma de "divertir un poco a los muchachos...". Por otro lado, a pesar de su origen austríaco, le gustaba tomar mate, que usualmente servía en su casa en rueda de amigos,... pero ¡con mates y bombillas individuales!

A pesar de la considerable dedicación que requerían los estudios en el Instituto Balseiro, disponíamos de tiempo suficiente y de un ambiente propicio para otras actividades, en particular deportivas como *trekking* en las montañas, algo de esquí y de fútbol, paleta, básquet ... Recuerdo aún hoy los entrenamientos de básquet que realizábamos con los físicos Oscar Vilches, Ricardo Medrano y otros jugadores locales en la ciudad de Bariloche durante frías noches de invierno. No llegué muy lejos en mi carrera deportiva pero tuve algunas satisfacciones, como la de integrar una vez, en 1963, el equipo del seleccionado de básquet de la ciudad de Bariloche en un partido contra el de Esquel.

Durante la fase final de mis estudios de física comencé a pensar sobre el tipo de área específica de

investigación hacia la cual encaminaría mi futuro profesional. En esa época de dudas escuché los consejos de Conrado Varotto, más tarde creador de la empresa INVAP y hoy director de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, quien me hizo apreciar la relevancia de las investigaciones sobre propiedades estructurales y electrónicas de los metales. Conrado Varotto supervisó mi trabajo especial durante el segundo semestre de 1964 que versó sobre la influencia de los defectos estructurales en la variación con la temperatura de la conductividad eléctrica de la aleación Fe-Ni.

Hacia fines de 1964, siendo ya inminente egresado, recibí varias ofertas de trabajo por parte de profesores de las Universidades Nacionales de Buenos Aires, San Luis y Córdoba. Los argumentos de uno de ellos, Alberto Maiztegui, en esa época director del Instituto de Matemática, Astronomía y Física (IMAF, hoy FaMAF), resultaron los más convincentes para mí y así, poco después, acepté su propuesta. Esa decisión atendió también a mi deseo de retornar a la ciudad de Córdoba, donde vivía mi familia, para iniciar allí mi carrera profesional.



(1) Fin de juego en el Instituto de Física. De izquierda a derecha: José Mina, Aldo Craievich, Conrado Varotto y Alberto Vazquez (Bariloche, 1963).



(2) El día de la colación de grado, frente al pabellón de aulas del Instituto de Física. De izquierda a derecha: Raúl Boix, Raúl Rapp, Hector Schilmann, Luis Másperi, Aldo Craievich, Eduardo Pasquini, Héctor Gonzalez, Roberto Liotta, Roberto Di Bella y Antonio Gagliardini. (Bariloche, diciembre de 1964).

■ 6. EN EL INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA Y FÍSICA, CÓRDOBA, Y EN LA UNIVERSITÉ PARÍS-SUD, ORSAY, FRANCIA

Ingresé al IMAF como Jefe de Trabajos Prácticos en marzo de 1965. Mi intención inicial fue trabajar en un tema experimental de física de la materia condensada. Sin embargo, eso no parecía una tarea fácil porque la infraestructura con que contaba el IMAF en esa área era escasa. En esa época los laboratorios y las oficinas de los docentes estaban instalados en un modesto edificio a pocos metros de la sede central del Observatorio Astronómico de Córdoba, en calle Laprida.

Maiztegui me informó que Ernesto Galloni, uno de los pioneros de la cristalografía en la Argentina, había visitado el IMAF algunos años antes (en 1963 circa) y recomendado la adquisición de un difractor de rayos X. El trámite de importación de

ese equipo se había iniciado antes de mi ingreso al IMAF pero los instrumentos todavía no habían llegado. Esta perspectiva inmediatamente llamó mi atención y poco más tarde Maiztegui me propuso hacerme cargo de la implantación del futuro Laboratorio de Rayos X. Para obtener informaciones adicionales sobre el tema visité el Laboratorio de Rayos X de la Gerencia de Tecnología de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA) en las afueras de Buenos Aires, en Constituyentes (Partido de General San Martín). Ese Laboratorio era liderado por Alberto Bonfiglioli, también egresado del Instituto de Física de Bariloche, quien poco tiempo antes había retornado del *Laboratoire de Physique des Solides* (LPS) de la *Faculté des Sciences d'Orsay, Université Paris-Sud*, donde había realizado su tesis de doctorado bajo la dirección del eminente cristalógrafo André Guinier. Mis conversaciones con Bonfiglioli, en 1965, fueron determinan-

tes para que yo aceptase la propuesta de Maiztegui y orientase mi futuro trabajo hacia los estudios estructurales de sólidos mediante aplicaciones de la difracción de rayos X. Por otro lado, Bonfiglioli me sugirió que, antes de comenzar mi trabajo y asumir mis responsabilidades en el Laboratorio de Rayos X del IMAF, realizase mi tesis de doctorado para así consolidar mi formación básica en esa área. En concreto, me propuso que hiciese mi tesis también con Guinier en Francia. Bonfiglioli realizó el primer contacto con Guinier y me ayudó a obtener una beca de la *Association pour l'Organisation de Stages en France* (ASTEF) para financiar mi viaje. Antes de partir para Francia, durante el segundo semestre de 1965 y primero de 1966, visité en varias oportunidades el laboratorio de Bonfiglioli en la CONEA para aprender los aspectos básicos de la cristalografía, de la difracción de rayos X y de la dispersión de rayos X a pequeños ángulos (SAXS).

En septiembre de 1966, poco después de la asunción del gobierno de Onganía, partí con mi esposa Nora para Francia - en barco (que en esa época era más barato) - donde permanecí realizando mi trabajo de tesis, en el LPS de Orsay, hasta enero de 1969. El período que pasé en Orsay influyó fuertemente mi posterior actividad profesional porque consolidó mi formación experimental y me permitió interactuar con investigadores de reconocido prestigio internacional, tales como el propio André Guinier, que era director del laboratorio, Raymond Castaing, Jacques Friedel, Pierre G. de Gennes (Premio Nobel en 1991) y varios otros.

Guinier fue un científico competente y una persona sensible, con reconocida experiencia en investigaciones de la estructura de sólidos imperfectos, pionero del uso de la técnica de dispersión de rayos X a pequeños ángulos, uno de los descubridores de las llamadas zonas de Guinier-Preston en aleaciones de aluminio, inventor de la conocida cámara de Guinier y autor de varios libros - nuestras "biblias". Después de aprobar mi tesis, en 1969, nos volvimos a ver con Guinier en numerosas oportunidades, en Francia y en el Brasil, hasta poco antes de su fallecimiento en julio de 2000. La calidad científica, didáctica y humana de Guinier fue bien resumida en las últimas frases del obituario escrito por Herbert Curien: *"C'est un savant, c'est un découvreur et réalisateur, c'est aussi un ami qui nous quitte. Il fut pour tous ceux qui ont eu le privilège de le connaître un maître stimulant et chaleureux."*

El tema de mi tesis fue un estudio experimental de los efectos estructurales producidos por la dezincificación en la aleación Cu-Zn. Participé también en otras investigaciones sobre propiedades estructurales de

aleaciones metálicas. Una de ellas condujo a mi primer artículo científico publicado que trató sobre la descomposición estructural a bajas temperaturas de una solución sólida Pb-Sn supersaturada en Sn (Craievich y col., 1969).

Durante mi trabajo de tesis en el LPS ocurrieron en París los conocidos eventos de mayo de 1968. Como en esa época vivía en Versailles, a menos de 20 Km del Quartier Latin, tuve la oportunidad de presenciar varios de los principales acontecimientos durante esas jornadas históricas. Asistí durante casi un mes a asambleas cotidianas en el LPS, en las cuales se discutían desordenadamente temas relacionados con el futuro del laboratorio, de la universidad, del país... Presencié manifestaciones, vi barricadas y asistí a conferencias interesantes en la Sorbona, donde además me deparé con innumerables *graffitis*, algunos curiosos y otros mordaces (*"il est interdit d'interdire"*, *"sous les pavés, la plage"*,...). Durante ese mes de mayo pude, por un lado, apreciar la fuerza y la imaginación de la juventud francesa y, por otro, presenciar acciones y oír declaraciones públicas interesantes de diversos exponentes literarios y políticos como Sartre, Beauvoir, Mendés-France, Aron, de Gaulle, entre muchos otros. En enero de 1969 regresé a Córdoba. Residí en esa época en un departamento en la esquina de Sucre y Colón, en el centro de la ciudad, lo que me permitió presenciar de muy cerca, en marzo de 1969, los eventos centrales de otra conmoción social, el "cordobazo". No pretendo extenderme ni en la descripción ni en el análisis de lo ocurrido en París y Córdoba, pero debo decir que esos eventos me impresionaron profundamente y, por diversas razones, me dejaron recuerdos imborrables.

Después de mi regreso a Córdoba, en 1969, inicié un período de cuatro años de trabajo en el IMAF durante el cual puse en operación el Laboratorio de Rayos X y participé en la formación inicial de un buen número de alumnos y jóvenes egresados. Colaboraron en esas actividades varios investigadores de la Gerencia de Tecnología de la CONEA, Alberto Bonfiglioli, Edgardo Bisogni y otros. Conté en todo momento con el fuerte apoyo de Alberto Maiztegui y también de Jorge Sábato, creador del Departamento de Metalurgia de la CONEA y autor con Maiztegui del clásico libro de Física de colegios secundarios. Durante ese período recibimos la visita de Charles H. Greene, que había sido profesor de la *Alfred University*, EE.UU. Esa visita fue propuesta por Bonfiglioli con el propósito de iniciar la implantación en el IMAF de un nuevo laboratorio dedicado a investigaciones de materiales vítreos, cerámicos y poliméricos. Las ideas básicas de este proyecto están expuestas en un artículo que escribí en colaboración con Bonfiglioli y Maiztegui (Bonfiglioli y col., 1972).

El primer artículo que publiqué correspondiente a un trabajo experimental integralmente realizado en el nuevo laboratorio del IMAF fue un estudio de la porosidad submicroscópica del carbono vítreo (Craievich y Dujovny, 1973).

En 1972 comencé a percibir que el proceso de consolidación del Laboratorio de Rayos X y de Materiales del IMAF avanzaba más lentamente de lo que yo esperaba. Las razones eran varias, entre ellas ciertas dificultades presupuestarias y un exceso de actividades administrativas y de organización que reducía sensiblemente el tiempo que me restaba para trabajos de investigación. Para poder dedicarme más intensamente durante un cierto tiempo a acti-

vidades de investigación comencé entonces a pensar en la posibilidad de realizar un postdoctorado en el exterior.

En ese mismo año (1972), durante una Reunión de la Sociedad Chilena de Física en Valdivia, tuve un primer contacto con Yvonne Mascarenhas, profesora del *Instituto de Física e Química de São Carlos* - IFQSC después IFSC - de San Carlos, Brasil, quien me invitó poco después para trabajar en su Laboratorio.

A mediados de 1972 decidí aceptar la propuesta de Yvonne Mascarenhas para pasar un año en el IFQSC en San Carlos y comencé a preparar mi viaje al Brasil. Antes de partir y con la ayuda de Bonfiglioli conseguimos encaminar a varios jóvenes egresados del IMAF que se habían sumado a nuestro proyecto del laboratorio de materiales, para realizar sus tesis en el exterior, Juan Miguel Sánchez en Los Angeles - EE.UU., Oscar Taurian en Orsay - Francia y Ramón Puyané en Sheffield - UK. Poco tiempo más tarde también partieron al exterior otros dos recientes egresados, Alicia Durán y Carlos González Oliver. De todos ellos solamente Taurian y González Oliver volvieron a la Argentina. Algunos años más tarde, Alberto Bonfiglioli también emigró para Europa y ahora reside en Roma.

■ 7. EN EL INSTITUTO DE FÍSICA Y QUÍMICA DE SAN CARLOS, BRASIL

En marzo de 1973 inicié mis actividades de investigación y enseñanza en el IFQSC, en San Carlos. Brasil. Encontré allí un laboratorio de cristalografía bien equipado, con un difractómetro de rayos X en operación y un aparato de dispersión de rayos X a pequeños ángulos (SAXS) recién llegado. Lo que se esperaba de mí, además de dar clases, era

instalar el nuevo aparato de SAXS e iniciar trabajos en líneas de investigación de mi propio interés y en colaboración con otros científicos locales en temas relacionados con materiales biológicos.

Después de algunos meses de trabajo en San Carlos percibí que la situación del IMAF y de la Universidad, hacia fines de 1973, se estaba deteriorando. Noté que, además de escasez de recursos, existía una inestabilidad política general preocupante. Esta apreciación negativa sobre la situación existente me indujo a prolongar mi alejamiento del IMAF por un período adicional. Más tarde, en mis varias visitas al IMAF durante la década de 1970, percibí un progresivo deterioro institucional y una situación política y social inquietante en el país.

Inicié mis investigaciones en el IFQSC con la intención de continuar la línea de trabajo iniciada en el IMAF sobre estructura y transformaciones estructurales de sólidos vítreos. Conté nuevamente para ello con la colaboración del profesor Charles H. Greene - el mismo que nos había visitado antes en el IMAF - quien pasó dos años en el IFQSC. Rápidamente, esa línea de investigación sobre sólidos vítreos fue creciendo y consolidándose gracias también a la colaboración de varios de mis primeros alumnos de maestría y doctorado, Jonhny Olivieri, Edgar Zanotto y Dimas Vollet.

Mis primeras investigaciones completadas en el IFQSC fueron estudios experimentales, mediante la técnica de SAXS, de los mecanismos responsables por el proceso de separación de fases en vidrios de B_2O_3 -PbO. Para interpretar los resultados experimentales asociados a esas soluciones vítreas correspondientes a la parte central del *gap* de miscibilidad, utilicé un modelo termo-

dinámico propuesto por John Cahn, denominado *spinodal decomposition* y, para soluciones con composiciones próximas a la curva binodal, el modelo clásico de *nucleation and growth* (Craievich, 1975a). Observé, en particular, la existencia de un desvío sistemático de los resultados experimentales con respecto a las predicciones del modelo de Cahn, que atribuí a un efecto paralelo de relajación de tensiones en la matriz vítrea inicial (Craievich, 1975b). Comprobé también, como era esperado, que el modelo de descomposición espinodal no describe adecuadamente las etapas avanzadas de la separación de fases. Más tarde verifiqué, en colaboración con Juan Miguel Sánchez (ex-alumno del IMAF que vino a pasar un año sabático en el IFQSC, en 1979), que los resultados de las experiencias de SAXS correspondientes a las etapas avanzadas de la separación de fases comprobaban claramente las predicciones de las propiedades de escala dinámica (en particular la invariancia temporal de la función de estructura) derivadas de las teorías estadísticas desarrolladas poco antes por Joel Lebowitz y otros (Craievich y Sánchez, 1981).

Mi trabajo en el IFQSC durante la década de 1970 referente a los estudios de materiales vítreos fue recordado en 2002 por Luiz Nunes de Oliveira, mi alumno de materias de postgrado en San Carlos y después *Pro-Reitor de Pesquisa de la Universidade de São Paulo*, en su artículo "*A survey of glass research in Brazil*" (Oliveira, 2002). En ese artículo Oliveira afirma: "*Our attention is then drawn to Ref. [Craievich y Sanchez, 1981], which stands out in spite of its age. This study of dynamical scaling in a glassy system still shines as a rare experimental illustration of an effect that polarized theoretical attention in the seventies. Craievich, who also authored the two papers publis-*

hed in 1975 [Craievich, 1975a and 1975b], who devoted many years of his life to development of the Brazilian synchrotron facility and whose leadership constructed many a combined effort out of individual initiatives is unquestionably the founder of glass science in Brazil”.

La comunidad brasileña de investigadores en el área de *glass science* creció fuertemente después congregando hoy sus congresos y simposios varias centenas de participantes. El científico que más contribuyó para el notable avance de esta área de investigación en el Brasil fue Edgar Zanotto, mi ex-alumno de maestría y actual director del *Laboratório de Materiais Vítreatos* – LaMaV de la Universidad Federal de San Carlos.

En 1975 noté que la línea de trabajo sobre materiales vítreos que desarrollaba, aunque poseía características interesantes, estaba alejada de los temas en que actuaban los otros investigadores del Laboratorio de Cristalografía del IFQSC quienes principalmente estudiaban materiales biológicos. Eso hacía que mi interacción con ellos fuese escasa. Decidí entonces iniciar, en paralelo con mis investigaciones sobre vidrios, estudios estructurales y de transiciones de fase de cristales moleculares orgánicos. No habiendo antes investigado este tipo de materiales, decidí adquirir experiencia en esa área mediante la realización de un período de postdoctorado en el LPS de Orsay, Francia. En ese Laboratorio, en el que había antes realizado mi tesis, varios investigadores trabajaban sobre propiedades estructurales de diversos materiales de interés biológico. Conté para el desarrollo de este nuevo proyecto con el apoyo de Yvonne Mascarenhas y también de Sergio Mascarenhas, uno de los fundadores y pionero del IFQSC.

Pasé doce meses nuevamente en el LPS de Orsay, en 1976, con beca concedida por la *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo* - FAPESP trabajando en colaboración con Anne Marie Levelut, Norman Albon y Marian Lambert. En esa época el director de mi tesis, André Guinier, ya era profesor emérito aunque todavía se lo veía frecuentemente visitando el Laboratorio. Investigué en el LPS las características de las transiciones de fase en función de la temperatura de dos tipos de cristales moleculares de interés biológico, dipalmitoil-lecitina y dipalmitoil-diglicérido. También comencé allí una larga colaboración con otro investigador de ese laboratorio, Jean Doucet, quien poco después nos visitó durante un año en el IFQSC.

De vuelta en el IFQSC de San Carlos, en 1977, trabajé con Jean Doucet del LPS-Orsay en estudios sistemáticos de las estructuras y transiciones de fase de un conjunto de parafinas, material compuesto por moléculas lineales con composición química C_nH_{2n+2} , con $15 < n < 34$. En esta línea de investigación participé también uno de mis alumnos de doctorado, Ireno Denicoló. Todas las parafinas que estudiamos poseen una estructura formada por capas superpuestas de moléculas de C_nH_{2n+2} con sus ejes mayores paralelos entre sí y con empaquetamiento lateral compacto. Asociamos las características de la expansión térmica y de las transiciones de fase de las parafinas estudiadas con las variaciones de amplitud media de las oscilaciones angulares de las moléculas alrededor del eje mayor de las mismas. Relacionamos la fuerte anisotropía de la expansión térmica observada con la variación de la amplitud media de las oscilaciones angulares con la temperatura, cuyo efecto es mayor en la dirección perpendicular al eje de oscilación de las moléculas.

las. Por otro lado, asociamos una de las transiciones a altas temperaturas, entre una fase con red ortorrómbica hacia otra con red hexagonal, con la transformación del movimiento angular oscilatorio de las moléculas a temperaturas menores, en un movimiento de rotación de las mismas a temperaturas más altas. Como resultado de estas investigaciones publicamos en pocos años cerca de una decena de artículos sobre el tema, todos los cuales recibieron un alto número de citaciones, lo que indica la clara trascendencia de los mismos. En particular, uno de los artículos referente a estudios de las fases “rotatorias” observadas en tres diferentes tipos de parafinas, con $n=17$, 19 y 21 recibió hasta ahora 206 citaciones (Doucet y col., 1983).

En 1979 un colega del IFQSC, Roberto Lobo, fue designado director del *Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas* - CBPF - de Rio de Janeiro. Una de las primeras decisiones de Lobo como director del CBPF fue iniciar un fuerte apoyo al desarrollo de la investigación experimental en ese Centro. Para eso nos invitó, a George Bemskey (quien trabajaba en la Universidad Católica de Río de Janeiro) y a mí, para que implantásemos en el CBPF dos nuevas áreas de investigación relacionadas con técnicas experimentales de resonancia magnética electrónica y difracción de rayos X respectivamente. Acepté la invitación, lo que causó en un primer momento una cierta decepción en la gente del IFQSC.

Una de las razones para trasladarme del IFQSC al CBPF fue mi percepción del interesante desafío que significaba la posibilidad de contribuir al desarrollo de temas experimentales en un centro cuyo reconocido prestigio se debía esencialmente a sus investigaciones en física teórica. La otra razón fue una cierta insatisfacción que sentíamos

en mi familia por la escasa oferta cultural y educativa que existía en esa época en San Carlos, pequeña ciudad del interior con pocas opciones y oportunidades.

■ 8. EN EL CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, RIO DE JANEIRO Y EN EL LURE, ORSAY, FRANCIA

Comencé mi actividad en el CBPF en marzo de 1980. En esa época trabajaban en el CBPF varios físicos teóricos argentinos, Juan José, Mario y Miriam Giambiagi, Carlos Bollini, Juan Mignaco, Jorge Helman, Anibal Caride, Susana Zanette y Constantino Tsallis. También trabajaba allí Guido Beck, mi antiguo profesor de mecánica cuántica en Bariloche.

En el CBPF encontré en 1980 una situación con características similares a las que había observado en el IMAF en 1965. Como no había en el CBPF ningún laboratorio de difracción de rayos X, comencé a trabajar para conseguir los recursos para la compra de un conjunto básico de aparatos, incluyendo un difractómetro de rayos X y un montaje de SAXS. Puesto que en esa época los trámites de importación demoraban en el Brasil más de un año, con el apoyo del director del CBPF, decidí realizar, durante el período de espera para la llegada de la nueva instrumentación, un segundo postdoctorado en el exterior.

Mi intención era pasar un año, en 1981/82, en el LPS de Orsay donde había antes realizado mi trabajo de tesis y mi primer período de postdoctorado. Sin embargo, noté que varios de los científicos de ese Laboratorio, que habían sido mis compañeros en la época de tesis, habían migrado para otro centro, el LURE, situado en el mismo campus universitario de Orsay que disponía

de un anillo de almacenamiento de positrones utilizado como fuente de radiación sincrotrónica. El interés que ya despertaban en esa época las fuentes de sincrotrón para estudios de propiedades estructurales y electrónicas de los sólidos se debe principalmente a su amplio espectro de emisión - desde el infrarrojo hasta los rayos X - y a la muy alta intensidad de sus haces en comparación con los producidos por fuentes de radiación ultravioleta y de rayos X clásicas de laboratorio.

Para viabilizar mi segundo postdoctorado (o año sabático) en el exterior obtuve una beca del *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* - CNPq - que me permitió permanecer durante 14 meses, a partir de marzo de 1981, en el laboratorio de radiación sincrotrónica LURE de la *Université Paris-Sud*. Fue mi tercer período de trabajo en la misma universidad francesa pero, en esta ocasión, en un centro con todas las características de un laboratorio nacional, abierto a usuarios externos.

Antes de partir para trabajar en el LURE, en Francia, conversé por primera vez informalmente con Roberto Lobo, Jacques Danón y algunos otros colegas del CBPF, sobre la posibilidad de desarrollar en el futuro un proyecto para implantar un laboratorio de luz sincrotrón en el Brasil.

El período de 14 meses que pasé en el LURE, en 1981/82, fue fructífero porque me permitió realizar mis primeras experiencias de espectroscopía de absorción de rayos X (EXAFS) y continuar estudios estructurales de diversos sólidos vítreos mediante análisis de cinéticas de SAXS in situ, que habrían sido imposibles utilizando generadores de rayos X clásicos. El primer artículo que publiqué relacionado con resultados obtenidos en el LURE fue un

estudio mediante espectroscopía de absorción de rayos X de la estructura local alrededor de impurezas de Ag inmersas en una matriz de Cu (Craievich y col., 1983). Realicé este trabajo en colaboración con Alain Fontaine, Elizabeth Dartige y Denis Raoux, todos ellos antiguos compañeros durante mi época de tesis en el LPS de Orsay.

La experiencia que adquirí en el LURE fue también útil porque permitió mi participación y contribución significativa durante las primeras etapas de gestación del futuro sincrotrón brasileño. Estando todavía en Orsay, en 1982, organicé con Yves Petroff, Director del LURE, la recepción en ese laboratorio del presidente del CNPq, Lynaldo Cavalcanti Albuquerque. Considero que esta visita del presidente del CNPq representó el primer paso importante que condujo después, en 1986, a la decisión formal de fundar el *Laboratório Nacional de Radiação Síncrotron* (LNRS).

Retorné al CBPF en 1982, época en que el presidente del CNPq creó el *Projeto Radiação Síncrotron* - PRS/CNPq coordinado por Roberto Lobo. En octubre de 1983 fue implementado el Comité Ejecutivo del PRS del cual fui coordinador y cuya finalidad era auxiliar en acciones de planeamiento y ejecución. Para eso promoví reuniones, charlas y visitas de especialistas extranjeros, con quienes discutimos aspectos teóricos y prácticos de un plan director para la posterior construcción de una fuente de radiación sincrotrónica en el Brasil (Craievich, 1984). Detalles de un estudio preliminar de viabilidad del primer sincrotrón brasileño fueron expuestos en un artículo publicado por el CBPF en 1983 (Lobo y col., 1983).

Paralelamente, coordiné un nuevo programa del CNPq para la dis-

tribución de un conjunto de becas que permitieron a jóvenes brasileños tener acceso y adquirir experiencia en el uso de fuentes de radiación sincrotrónica en el exterior. Participé también en la difusión de nuestras ideas en el seno de las diferentes comunidades científicas de física, química, biología y medicina, presentando seminarios en diversas instituciones y varios eventos en el Brasil. En esa primera fase enfrenté muchas veces la incompreensión y/o las reticencias de colegas que no se interesaban o no confiaban en la efectiva realización del proyecto que proponíamos. En el período de 1983 a 1985 presenté en la Argentina mis primeras charlas sobre el proyecto del sincrotrón brasileño, en el Instituto Balseiro, en la CONEA de Constituyentes y en reuniones de la Asociación Física Argentina - AFA - en La Plata y del Simposio Latinoamericano de Física del Estado Sólido - SLAFES - en Mar del Plata.

Mis actividades como coordinador del comité ejecutivo del PRS a principios de la década de 1980 me condujeron poco más tarde a asumir compromisos a largo plazo asociados al futuro sincrotrón brasileño. Fue en esa época que tuve, por primera vez, la convicción de que ya no retornaría de forma definitiva a la Argentina y que el futuro de mi actividad profesional sería en el Brasil.

Cerca de cuatro meses antes del fin del gobierno militar brasileño, el 3 de diciembre de 1984, el presidente del CNPq decidió crear el *Laboratório Nacional de Radiação Síncrotron* - LNRS, en lugar todavía no definido. Poco más tarde, durante los primeros meses de 1985, participé en la organización de un concurso nacional del CNPq, abierto a propuestas institucionales, para determinar el sitio donde el LNRS sería implantado. Fueron cuatro las instituciones que se presentaron como

candidatas: Universidad Federal de Rio de Janeiro, Universidad Federal Fluminense - Niteroi, Universidad de San Pablo - São Carlos y Universidad de Campinas. Después del análisis de las diferentes propuestas, el presidente del CNPq decidió formalmente que la sede LNRS fuera en Campinas, ciudad situada a 100 Km al norte de San Pablo.

Durante mi permanencia en el CBPF mantuve mi actividad científica mediante la realización de períodos breves anuales de investigación experimental en el LURE, en Francia. En esa época inicié una nueva línea de investigación sobre las transformaciones estructurales que ocurren durante el proceso "sol-gel", nuevo procedimiento utilizado para la obtención de diversos materiales avanzados. Este proceso de características complejas es una secuencia de subprocesos que se inicia a partir de un precursor en forma de solución líquida coloidal, continúa mediante agregación en fase líquida y posterior transición sol-gel para eventualmente ser completado por secado y sinterizado. Inicié una serie de trabajos en esta línea en colaboración con grupos de investigación liderados por Jerzy Zarzycki del *Laboratoire de Verres du CNRS* de la *Université de Montpellier* y André Aegerter del IFQSC de San Carlos. La mayoría de estas investigaciones fueron realizadas mediante estudios experimentales cinéticos de SAXS *in situ*, es decir, acompañando todos los subprocesos antes citados, durante la evolución de los mismos. Eso fue posible gracias al uso de la línea de SAXS asociada a la fuente de luz sincrotrón del LURE que nos permitía estudios cinéticos con alta resolución temporal. Conseguimos en diversos casos caracterizaciones claras de estructuras complejas mediante el uso de conceptos de geometría fractal e identificamos los sucesivos mecanismos actuantes,

nucleación y crecimiento controlados por la difusión en fase líquida o por reacción química, percolación, *aging* y *coarsening*.

■ 9. EN EL LABORATORIO NACIONAL DE LUZ SINCROTRÓN, CAMPINAS

El ministro de ciencia y tecnología del recién establecido gobierno democrático brasileño, que asumió en abril de 1985, confirmó la decisión previa del CNPq, tomada al final del período de gobierno anterior, sobre la creación y el lugar de implantación del LNRS. La institución pasó a ser denominada *Laboratório Nacional de Luz Síncrotron* - LNLS. En el nuevo nombre aparece "luz" en lugar de "radiação" porque se pensó que la palabra *luz* provocaría menos reticencias del público en general y de los vecinos del nuevo laboratorio en particular.

A fines de 1986 el presidente del CNPq designó a Cylon Gonçalves da Silva, profesor del Instituto de Física de la Universidad de Campinas - UNICAMP, como director de LNLS y a mí como director adjunto. Asumimos nuestras nuevas funciones en Campinas en diciembre de 1986 y comenzamos inmediatamente las contrataciones de personal técnico y administrativo. Fueron así iniciados los trabajos de proyecto y construcción de la fuente de luz sincrotrón compuesta por un acelerador lineal de electrones de 120 MeV, un anillo de almacenamiento de electrones de 1,37 GeV y un primer conjunto de siete líneas de luz. En los procesos de proyecto y de construcción de la fuente de luz sincrotrón tuvo una participación fundamental el jefe de proyecto, Ricardo Rodrigues, físico del IFQSC de San Carlos, quien también ingresó al LNLS durante el segundo semestre de 1986.

En 1986, poco antes de haber sido designado director adjunto del LNLS y trabajando todavía en el CBPF, acepté una invitación de Lia Amaral, profesora del Instituto de Física de la Universidad de San Pablo - IFUSP, para dar clases en esa institución. Esa actividad en el IFUSP no me exigía dedicación exclusiva, por lo que pude asumirla de forma paralela a mis funciones en el LNLS hasta 1997.

Durante la década de 1990 continué mis estudios sobre las estructuras de diversos nanomateriales y procesos sol-gel iniciados en la década de los 80, en los que participaron también Luis Esquivias, Nicolás de la Rosa-Fox y colaboradores de la Universidad de Cádiz, España, e investigadores del grupo liderado por Celso Santilli de la *Universidade Estadual de Sao Paulo* - UNESP - de Araraquara, Brasil. Con el grupo de Cádiz trabajamos en varios temas, con énfasis en la investigación de la influencia del uso controlado de ultrasonido sobre las características estructurales de los “sonogeles” finales. Con el grupo de Celso Santilli avanzamos en la comprensión de los procesos y mecanismos de formación de varios tipos de nanocompuestos híbridos órgano-inorgánicos, también producidos mediante el procedimiento sol-gel.

Juzgo que una de las características notables del proceso de construcción del sincrotrón brasileño fue la continuidad de los trabajos, sin interrupciones, durante más de una década, desde 1987 a 1997. En efecto, a pesar de haber asumido en el Brasil, durante ese período, cuatro sucesivos gobiernos nacionales y algo así como siete diferentes ministros de ciencia y tecnología, las actividades del LNLS fueron siempre apoyadas, con algunos altibajos en el flujo financiero y así los objetivos finales pudieron ser alcanzados.

Alguien preguntó cierta vez a los principales responsables del LNLS, si habíamos pasado por alguna fase colectiva de desánimo o frustración cuando las dificultades fueron apareciendo a lo largo del proceso de construcción de la fuente de luz. Recuerdo la respuesta de Cylon Gonçalves da Silva afirmando que, por suerte, los “estados depresivos” nunca nos atacaron simultáneamente a él, a Ricardo Rodrigues y a mí, de tal forma que, durante todas las “crisis” que ocurrieron, por lo menos uno de nosotros pudo preservar la dosis de entusiasmo suficiente para conseguir alentar a los otros.

Durante todo el período de proyecto y construcción de la fuente y de las líneas de luz, desde 1987 a 1997, realicé un persistente esfuerzo para promover la formación de futuros usuarios mediante la organización de numerosos eventos (minicursos, talleres, etc) en los cuales dieron clases y/o conferencias investigadores principalmente extranjeros. Por otro lado, en julio de 1996, actué como *chairman* de la *X International Conference on Small Angle Scattering* (SAS-1996), que tuvo lugar en Campinas, habiendo sido este congreso el primero de la serie realizado en el hemisferio sud.

En 1989 organicé la 1ª Reunión Anual de Usuarios del LNLS, primer evento de una serie que continuó sin pausa hasta su 24ª versión que tuvo lugar recientemente, en febrero de 2013. En la 20ª Reunión de Usuarios realizada en febrero de 2009 di la conferencia de apertura en la cual transmití mi visión histórica sobre la importancia de esta serie de reuniones.

Paralelamente a mis tareas de director adjunto en el LNLS y de profesor del Instituto de Física de la Universidad de San Pablo, continué realizando investigación experimen-

tal durante períodos de trabajo de una a dos semanas por año en el LURE, en Francia. Mi propósito era continuar mis actividades como investigador activo y usuario de fuentes de luz sincrotrónica en el exterior para contar con conocimientos directos y actualizados en esa área. Esos conocimientos adquiridos en el LURE fueron útiles durante la fase de proyecto y construcción de la primera serie de líneas de luz del LNLS.

La fase de construcción de la fuente y del primer conjunto de líneas de luz terminó a fines de 1996, iniciándose en esa época el período de “comisionamiento”. Los primeros espectros de absorción de rayos X y de dispersión de rayos X a pequeños ángulos, determinados experimentalmente utilizando las líneas de luz del LNLS todavía con baja corriente, fueron obtenidos en octubre de 1996 y febrero de 1997, respectivamente. Poco más tarde, en julio de 1997, las primeras líneas de luz fueron abiertas a usuarios externos, iniciándose así la nueva fase de operación de la fuente de luz sincrotrón del LNLS (Rodrigues y col., 1998).

Participé en el primer trabajo de investigación publicado a partir de resultados experimentales obtenidos exclusivamente en el LNLS, referente a un estudio mediante SAXS de la estructura terciaria de albúmina en solución (Castelletto y col., 1998). La autora principal de este primer artículo, Valeria Castelletto, es egresada del Instituto de Física de la Universidad Nacional de la Plata, Argentina, y trabaja actualmente en Inglaterra.

Cuando la fuente y las primeras siete líneas de luz sincrotrón del LNLS fueron abiertas a los usuarios, en julio de 1997, pensé que había llegado el momento de alejarme de las tareas de dirección y continuar mi actividad como docente, inves-

tigador y usuario externo del LNLS. Por eso a fines de 1987 renuncié a mi cargo en el LNLS y participé en un concurso para un cargo de profesor titular con dedicación exclusiva en el Instituto de Física de la Universidad de San Pablo.

En la respuesta a mi pedido de dimisión en agosto de 1997, Cylon Gonçalves da Silva, afirmó “...eu quero registrar que você conduziu, ao longo desses onze anos passados, o programa científico do LNLS, o treinamento de usuários, a escolha, projeto e construção das primeiras linhas de luz, com enorme dedicação e paixão. Aqueles que acompanharam esta instituição desde seu início não esquecerão o papel fundamental que você teve na sua criação. O sucesso dessas primeiras semanas de uso do LNLS são testemunho da qualidade de seu trabalho”.

El año siguiente de mi salida del LNLS fue publicado el primer *Activity Report* (1997-98) editado después de la apertura de las líneas de luz a los usuarios, el cual fue dedicado a mi 60° cumpleaños, en febrero de 1999. Reproduzco aquí algunos trechos del prefacio del *Activity Report* que describen diferentes aspectos de mi actuación en el LNLS: “*Professor Craievich has been involved with the Brazilian synchrotron project since its very early days. He was an unflagging enthusiast for a Brazilian synchrotron light source from the first discussions about the feasibility of such laboratory in the country. During the many years which were necessary to transform the initial ideas into today's reality, as an Associate Director of LNLS, he was the driving force in the formation of a Brazilian, and Latin American community of synchrotron light users...*” “*He pushed hard for the first beam lines to be ready at the time the storage ring came into operation. He was tireless in presenting the project and semi-*



(3) Con Cylon Gonçalves da Silva (izquierda) y Ricardo Rodrigues (centro) en la primera sede del Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón. (Campinas, 1991).

nars in Brazil, Argentina, and other countries of Latin America...” “*May Aldo continue to work with us and for LNLS for many, many more years*”.

Recientemente, en 2013, en el LNLS fue iniciada la construcción de la segunda fuente de luz - Sirius - con brillo muy superior al de la fuente actual y con una energía de electrones mayor (3 GeV), lo que abre nuevas e interesantes perspectivas de aplicaciones científicas y tecnológicas a los futuros usuarios brasileños y de los otros países de América Latina.

■ 10. EN EL INSTITUTO DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN PABLO

Asumí el cargo de profesor titular con dedicación exclusiva en el Instituto de Física de la Universidad de San Pablo en enero de 1998. Once años más tarde, en febrero de 2009, llegó mi jubilación compulsoria por haber alcanzado los 70 años de edad. Actualmente, desde febrero de 2009, prosigo mis actividades de

investigación en el IFUSP en una posición de *professor sênior*.

Realicé durante mi fase de trabajo en el IFUSP, desde 1998, investigaciones sobre estructura y transformaciones estructurales de diversos tipos de nanomateriales y de macromoléculas biológicas en solución, en colaboración con científicos de varios grupos brasileños y argentinos. Los resultados que obtuvimos desde 1998 hasta hoy, o sea durante los últimos quince años, condujeron a la publicación de 130 artículos, la mayoría de los cuales relacionados con resultados de experiencias realizadas en el LNLS utilizando las líneas de dispersión a pequeños ángulos, difracción y absorción de rayos X.

Los líderes de los principales grupos de investigación con los cuales estoy actualmente colaborando, las instituciones a las cuales pertenecen, los temas que desarrollamos y una referencia correspondiente al último artículo publicado conjuntamente son listados a seguir.



(4) Con los directores y los usuarios del LNLS en la celebración de los veinte años de la Reunión Anual de Usuarios del LNLS; "... que veinte años no es nada ..." (!). (Campinas, febrero de 2009).

-Diego Lamas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén. Estructura y estabilidad de fases de soluciones sólidas de óxidos nanoestructurados y sus dependencias con el tamaño de las cristalitas (Abdala y col., 2012).

-Felix Requejo, INIFTA e Instituto de Física, Universidad Nacional de La Plata. Formación y propiedades estructurales de nanopartículas metálicas en sustratos nanoporosos y monocristalinos (Giovanetti y col., 2012).

-Guinther Kellermann, Departamento de Física, Universidad Federal de Paraná, Curitiba. Formación y efecto de tamaño sobre las transiciones de fase de nanopartículas metálicas esféricas inmersas en matriz vítrea (Kellermann y Craievich, 2008).

-Jorge Feugeas, Instituto de Física, Universidad Nacional de Rosario. Desarrollo de instrumentación y estudios in situ de estructuras su-

perficiales y de películas delgadas formadas durante procesos de deposición mediante *plasma nitriding* y *sputtering* (Burgi y col., 2013).

-Mario de Oliveira, Departamento de Biología, Universidad Estadual de San Pablo, Botucatu. Estudios estructurales de proteínas y otras macromoléculas orgánicas en solución (Oliveira y col., 2012).

Durante la fase más reciente de mis actividades, a partir del año 2000, además de trabajar en las líneas de investigación ya citadas, ofrecí numerosos cursos y participé en varias escuelas de postgrado y/o perfeccionamiento organizados en la Argentina, dando clases sobre temas de cristalografía y aplicaciones de la luz sincrotrón. Tres de esos cursos y escuelas tuvieron lugar en CITEDEF - Villa Martelli, Provincia de Buenos Aires, dos en el Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo, dos en INIFTA - Universidad Nacional de La Plata y otros cinco

en las Universidades Nacionales del Sur, del Comahue, del Litoral, de Río Cuarto y de San Luis. Durante este año (2013) proseguiré esa actividad dando un curso de postgrado en la Universidad Tecnológica de Mendoza en junio y en el CCT - CONICET de Bahía Blanca en agosto, en colaboración con Diego Lamas y Guinther Kellermann, respectivamente.

■ 11. SOBRE COOPERACIÓN REGIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Mientras estaba escribiendo esta reseña, en marzo de 2013, se cumplieron 40 años de mi emigración de la Argentina al Brasil. Durante todo este extenso período fui observador y actor de diversas iniciativas tendientes a establecer, incrementar y potenciar la cooperación científica entre diversos países de América Latina. Mantuve algunas colaboraciones con grupos chilenos y mejicanos pero mi mayor experiencia de coo-

peración regional fue con científicos e instituciones de la Argentina. Mis colaboraciones ocurrieron a través de participaciones en varios proyectos conjuntos de investigación con científicos argentinos y mediante un esfuerzo persistente para promover e incentivar el uso del sincrotrón brasileño por la comunidad científica argentina.

Las colaboraciones regionales en mi área de actuación, particularmente entre el Brasil y la Argentina, poseen actualmente un buen volumen y cuentan con el apoyo financiero de acuerdos formales entre agencias de fomento de ambos países. Sin embargo, lo que juzgo más importante es que algunos hechos concretos y recientes, sumados a otros, permiten entrever hoy una clara oportunidad para aumentar sensiblemente la cooperación entre países de la región. Describiré algunos de los hechos que justifican mi optimismo.

(i) Las universidades brasileñas, y en particular la Universidad de San Pablo, están realizando importantes esfuerzos para aumentar el volumen y mejorar significativamente la calidad de la enseñanza y de la investigación que desarrollan. Se estima que, para alcanzar esos objetivos, es necesaria, entre otras cosas, una mayor "internacionalización" de sus actividades. Por eso se están implementando acciones concretas para promover y facilitar un mayor intercambio con instituciones de otros países. Podemos concluir entonces que actualmente existen nuevas oportunidades para reforzar las colaboraciones regionales existentes e iniciar proyectos de intercambio, que pueden incluir desde alumnos de grado hasta investigadores y profesores experimentados.

(ii) Los responsables de los organismos de fomento que definen

la política científica brasileña están convencidos de que, para afianzar el crecimiento sustentable de la ciencia en el Brasil, son necesarias más acciones que contribuyan al desarrollo paralelo de los países vecinos. Observo que esta actitud es compartida por los responsables de la política nacional ya que, en los recientes años, hubo varias declaraciones y acciones presidenciales incentivando el crecimiento de la cooperación internacional en ciencia y tecnología, en particular con la Argentina y otros países de América Latina.

(iii) En lo que respecta específicamente a la cooperación asociada al uso de la luz sincrotrón, los ministros de ciencia y tecnología del Brasil y de la Argentina firmaron el 31 de enero de 2011 un memorando de entendimiento, que contiene afirmaciones claras y precisas sobre el interés de los dos gobiernos y sobre las acciones a ser emprendidas en esa área. En ese documento los ministros enuncian los considerandos y a continuación resuelven: "Desarrollar proyectos conjuntos de investigación y desarrollo relacionados con la construcción de la nueva fuente de luz sincrotrón..., a través de las siguientes actividades: (a) Intercambio de investigadores involucrados en proyectos conjuntos; (b) Desarrollos tecnológicos conjuntos aplicables al funcionamiento de las fuentes de luz sincrotrón y sus aplicaciones; (c) Seminarios, publicaciones, talleres de trabajo y conferencias conjuntas; (d) Intercambio de estudiantes a través de estadías de corto y largo plazo ..."

Considerando el alto volumen y la buena calidad de los trabajos de investigación argentinos y de los proyectos conjuntos entre grupos brasileños y argentinos actualmente en progreso en el LNLS, el claro interés y la gran expectativa de la comunidad argentina por el uso del

nuevo sincrotrón Sirius, la pública disposición de las instituciones de enseñanza y de investigación brasileñas para un mayor intercambio internacional, y el marco actual de la política científica decididamente favorable, estimo que existen hoy excelentes perspectivas para un fuerte crecimiento a corto plazo de la cooperación científica regional.

El memorando de entendimiento de 2011 prevé la creación de un grupo de trabajo binacional para coordinar la implantación y evaluar el progreso de las actividades de cooperación relacionadas con el nuevo sincrotrón Sirius. Este grupo de trabajo binacional deberá discutir y promover, entre otras cosas, la definición de las futuras acciones concretas para que uno de los objetivos ya declarados públicamente por los usuarios argentinos - la instalación de una o dos líneas de luz argentinas en el nuevo sincrotrón Sirius del LNLS - sea alcanzado.

Aunque no tengo actualmente ninguna responsabilidad administrativa en el LNLS, me permito opinar que, si se consiguiese algún tipo de coparticipación financiera con el Brasil, proveniente de otros países latinoamericanos, el LNLS podría transformarse en un laboratorio regional semejante al *European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)* y al *Instituto Laue-Langevin (ILL)*, de Grenoble. Estoy convencido que la eventual regionalización del LNLS provocaría un impacto importante en el volumen y en la calidad de la cooperación científica entre países de América Latina, con beneficios para todos.

Finalmente mencionaré una nueva posibilidad de cooperación entre una universidad de reconocido prestigio de los EE.UU. e instituciones latinoamericanas en temas de innovación y de transferencia de tecno-

logía. En diciembre de 2012, Juan Miguel Sánchez, egresado del IMAF y ahora *Vice-President for Research* de la *University of Texas at Austin*, me informó sobre las actividades desarrolladas en el Instituto IC² de su universidad para promover la transferencia y la comercialización tecnológica, mediante acciones formales de investigación y de formación de recursos humanos (incluyendo una maestría) en esa área. Esas actividades de la UT-Austin adquirieron trascendencia internacional después de ser iniciadas *joint-ventures* con instituciones de Corea y de India. Sánchez mencionó que la UT-Austin está dispuesta a establecer acuerdos de cooperación que permitirían compartir el conocimiento sobre innovación, transferencia y comercialización tecnológicas, que ellos acumularon durante 35 años, con instituciones interesadas de otros países. Veo en esto una excelente oportunidad de cooperación con la UT-Austin para universidades latinoamericanas en las cuales los programas formales de innovación tecnológica son inexistentes o todavía incipientes.

■ 12. COMENTARIOS ADICIONALES

Mi actividad docente se extendió durante un período de casi 50 años, durante el cual di clases de numerosas materias de grado y de postgrado en las diferentes instituciones en las que trabajé y supervisé 18 tesis de postgrado siendo nueve maestrías y nueve doctorados. La mayoría de mis alumnos de tesis brasileños continuaron sus trabajos como investigadores y profesores en diversas universidades (en los Estados de San Pablo, Bahía y Paraná) o en centros de investigación brasileños (CBPF y *Centro Tecnológico Aeronáutico* - CTA). Uno de los alumnos, Hannes Fischer, ingresó a una empresa industrial del Estado de San Pablo y

otro, Eric Pouzet, de origen francés, que supervisé en régimen de cotutela con docente de la Universidad de París, trabaja en Bélgica. Aún mantengo contactos científicos frecuentes con dos de mis ex-alumnos; con Guinther Kellerman continuamos colaborando en investigaciones sobre propiedades estructurales y transiciones de fase de nanomateriales y con Mario Oliveira en estudios mediante SAXS de proteínas y otras macromoléculas orgánicas en solución.

Durante mi trabajo docente observé y analicé las trayectorias profesionales de mi hijo Pablo y también de varios de mis alumnos de postgrado. Pablo realizó su carrera de grado de ingeniería metalúrgica en la Universidad Católica de Rio de Janeiro y sus tesis de maestría y de doctorado sobre *first principles studies of structural stability in alloys* - tema teórico de física de la materia condensada - en la *University of Texas at Austin, EEUU*, en la década de 1990, bajo la dirección de Juan M. Sánchez. Pablo me comentó, en varias oportunidades, que la sólida base adquirida y los serios desafíos enfrentados en sus estudios de grado y durante la realización de sus dos tesis fueron fundamentales para su buena formación y para su posterior crecimiento profesional, tanto inicialmente en una empresa internacional de consultoría como, más recientemente, en instituciones financieras del Brasil y actualmente de Australia. Por otro lado, también noté que varios de mis antiguos alumnos se desempeñan hoy con éxito en áreas muy diferentes de las correspondientes a sus formaciones iniciales. Estas observaciones me permitieron concluir que lo que es realmente importante para una buena formación y posterior exitoso trabajo profesional no es el contenido específico de las disciplinas de grado y postgrado ni la naturaleza de los temas de tesis, sino, por un lado, el trabajo serio del

alumno para vencer los desafíos que se le presentan y, por otro, la capacidad del profesor para motivarlo y para extraer de él lo máximo de su potencial, sin concesiones ni indicaciones de caminos fáciles.

Participé en la fundación de dos nuevas organizaciones científicas que promueven reuniones periódicas de los miembros de las comunidades brasileña y latinoamericana de investigación en materiales: (i) la *Sociedade Brasileira de Pesquisa de Materiais* - SBPMat (*Brazilian Material Research Society*) que realiza encuentros anuales en el Brasil desde el año 2000, el último de los cuales realizado en Florianópolis en septiembre de 2012, y (ii) la Red Latinoamericana Materia, que organizó desde 1995 doce reuniones científicas (Simposios Materia) en ocho diferentes países latinoamericanos.

Actualmente colaboro en los trabajos editoriales de varias revistas. Soy miembro del *Advisory Board* de *Materials Research* y del de *Materia*, ambas publicadas en el Brasil. Actúo también como *coeditor* del periódico *Journal of Synchrotron Radiation* y como *guest editor* del *Journal of Applied Crystallography*, ambos editados por la *International Union of Crystallography* y publicados por Wiley-Blackwell, Oxford (UK), cuyos factores de impacto son 2,73 y 5,15, respectivamente.

Un motivo de gran satisfacción para mí fue el hecho de que mi trabajo de 17 años, desde 1981 hasta 1997, que contribuyó para la implantación del Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón en el Brasil, dio buenos frutos. En efecto, la fuente de luz sincrotrón del LNLS mostró ser realmente una herramienta experimental muy útil para la creciente comunidad científica brasileña y latinoamericana. Nótese que en 1981 había en el Brasil solamente dos

científicos con experiencia en el uso de fuentes de luz sincrotrónica, Ricardo Rodrigues y yo, mientras que actualmente ese número asciende a más de 2.000. Por otro lado, me alegra percibir que, desde el inicio de operación de las líneas de luz del LNLS en 1997, el número de usuarios argentinos fue y continúa correspondiendo a aproximadamente el 15% del total, lo que entiendo representa una fracción significativa.

Además de actuar desde 1982 en actividades de formación de usuarios en el Brasil y en la Argentina participé también en escuelas, talleres y seminarios en varios otros países latinoamericanos, en Chile, Uruguay, Perú, Colombia, Venezuela, Cuba, y México. Tuve también la oportunidad de extender esa acción de formación más allá de América Latina, actuando como director y profesor de la *School on Synchrotron Radiation and Applications* organizada por el *International Center of Theoretical Physics (ICTP)* de Trieste, Italia. Mi actividad en el ICTP se prolongó durante casi 20 años, en un total de diez escuelas sucesivas, de cuatro semanas cada una, realizadas bianualmente desde 1991 hasta 2008.

■ 13. DISTINCIONES RECIBIDAS

En el Brasil

-Miembro titular de la Academia de Ciencias del Estado de San Pablo - ACIESP, desde 1980.

-Bolsista y beneficiário de *Grant de Produtividade em Pesquisa* del CNPq, en el nivel máximo - IA - desde hace más de 20 años.

-Homenaje del equipo y de los usuarios del Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón "... *por sua inestimável contribuição à criação, implantação e desenvolvimento de este centro brasileiro de pesquisas*",



(5) Con colegas y amigos brasileños y argentinos durante el XIII Encontro da Sociedade Brasileira de Pesquisa de Materiais - SBPMat. De izquierda a derecha: Orlando Aucciello, Silvia Cuffini, Aldo Craievich, Sergio Mascarenhas y Roberto Faria (Florianópolis, septiembre de 2012).

LNLS, Campinas, noviembre de 1997.

-Homenaje de la comunidad de cristalógrafos brasileños "... *por sua contribuição ao desenvolvimento do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron*". Asociación Brasileña de Cristalografía, Campinas, julio de 2000.

-Homenaje de la comunidad de investigadores-usuarios del Labo-

ratorio Nacional de Luz Sincrotrón "... *em reconhecimento ao seu profícuo trabalho em prol da instituição*". LNLS, Campinas, 22 de febrero de 2010.

En la Argentina

-Designación como miembro honorario de la Asociación Argentina de Materiales - SAM. Rosario, octubre de 2011.



(6) En la cantina de la Escuela Industrial Superior, 60 años después (Santa Fe, noviembre de 2012).

-Distinción otorgada por el Instituto Balseiro (CAB-IB), S.C. de Bariloche, "... por su destacada actuación en técnicas de sincrotrón, su contribución para el fortalecimiento de vínculos de grupos del CAB-IB con el LNLS (Brasil) y su desinteresada participación en la formación de estudiantes de postgrado del Instituto Balseiro y otras instituciones argentinas". CAB-IB, Bariloche, noviembre de 2011.

-Huésped de honor de la Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Noviembre de 2012.

Brasil-Argentina

-Premio Mercosur de Ciencia y Tecnología - 2004. Tema: Energía para el Mercosur. En colaboración con N.E.W. de Reca⁽¹⁾, D. Lamas⁽¹⁾, R.O. Fuentes⁽¹⁾, G. Lascalea⁽¹⁾, S. Larrondo⁽²⁾, N.E. Amadeo⁽²⁾ y M. Fantini⁽³⁾. (1) CITEFA, Argentina, (2) UBA, Argentina, (3) IFUSP, Brasil. Promovido por RECYT/UNESCO, Ministerio de Ciencia y Tecnología del Brasil (Brasil) y MinCyT (Argentina). Brasilia, 2005.

-Premio Mercosur de Ciencia y Tecnología - 2010. Tema: Nanotecnología para el Mercosur. En colaboración con D. Lamas⁽¹⁾, N.E.W. de Reca⁽¹⁾ y M. Fantini⁽²⁾. (1) CITEDEF, Argentina, (2) IFUSP, Brasil. Promovido por RECYT/UNESCO, Ministerio de Ciencia y Tecnología (Brasil) y MinCyT y FAN (Argentina). Buenos Aires, 2010.

■ 14. ALGUNOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Publiqué más de 240 artículos y 7 capítulos de libros que recibieron cerca de 3.400 citas en la literatura, habiendo sido seis de ellos citados más de 100 veces. El índice de Hirsch del conjunto de mi pro-

ducción científica es $h=30$ (Fuente: Web of Science).

■ 15. EPÍLOGO

Como mencioné a lo largo de esta reseña, mis lugares de estudio y de trabajo fueron cambiando con cierta frecuencia durante las diferentes fases de mi formación y actividad profesional, lo que hizo de mí algo así como un trotamundos. Esos cambios me permitieron participar en diferentes tipos de actividades y enfrentar varios desafíos interesantes, tanto durante mis estudios como en mi posterior carrera profesional. Sin embargo, esos cambios provocaron también consecuencias de cierta forma negativas, como, por ejemplo, mi dificultad para desarrollar raíces profundas en cada una de las ciudades donde viví. Por otro lado, así como mi padre emigró de Croacia para la Argentina en 1928 y yo de la Argentina para el Brasil en 1973, mi hijo Pablo (nacido en Córdoba) y su esposa (brasileña) Danielle emigraron recientemente, en 2011, del Brasil a Australia. Se podría entonces sospechar que mi tendencia para esos cambios no se debe exclusivamente a las razones expuestas en esta reseña, sino también a algún misterioso efecto de naturaleza "hereditaria" que se vendría prolongando en mi familia, hasta ahora, a lo largo de tres generaciones.

Debo confesar que todavía hoy me siento en deuda con la Argentina, país que recibió generosamente a mis padres, me brindó una educación de excelente calidad y donde di los primeros pasos en mi vida profesional. Como describí en esta reseña, mi actitud para tratar de reducir, por lo menos en parte, esa deuda fue y es mantener mi disposición para colaborar en trabajos científicos con investigadores argentinos y enseñar en todas las escuelas y cursos para

los cuales soy invitado. Mi reconocimiento se dirige por eso a la Argentina como un todo y también a mis amigos y colegas argentinos que nunca reprocharon mi emigración temprana.

Viajo frecuentemente a la Argentina, varias veces por año, para desarrollar mis colaboraciones científicas, dar clases en escuelas y cursos, rever a mi hermano y su familia en Córdoba, reencontrar viejos amigos y compañeros de estudio y visitar las diversas instituciones por las cuales pasé. Voy también a veces a Buenos Aires exclusivamente para ver las últimas películas argentinas, asistir a algún concierto u ópera en el teatro Colón o presenciar los partidos de tenis de la copa Davis en el parque Roca. Durante esos viajes de "regreso parcial" suelo preguntarme si yo realmente me fui de la Argentina. Esa misma duda retorna toda vez que escucho a Goyeneche cantando "Alguien dijo una vez que yo me fui de mi barrio. ¿Cuándo... pero cuándo? ¡Si siempre estoy llegando!".

■ 16. AGRADECIMIENTOS

A Nélida I. de Yunis, José Balseiro, Conrado Varotto, Alberto Maiztegui, Alberto Bonfiglioli y André Guinier, mis principales maestros, profesores y consejeros, cuyas palabras y acciones durante mis diferentes fases de formación fueron determinantes para mi posterior desarrollo profesional. Tuve además el privilegio de que todos ellos - excepto Balseiro que desgraciadamente falleció en edad temprana - se hayan tornado excelentes amigos durante muchos años.

A Yvonne Mascarenhas, Roberto Lobo, Cylon Gonçalves da Silva y Lia Amaral por la confianza que depositaron en mí al invitarme para asumir mis posiciones sucesivas en

el Brasil, en el IFQSC, CBPF, LNLS e IFUSP, respectivamente.

A mis colaboradores y alumnos con los cuales trabajé a lo largo de casi 50 años y a aquéllos que me apoyaron en las diversas instituciones por las que pasé. No nombro explícitamente a todos porque son muchos y también porque, si lo tratase de hacer, existiría el riesgo de injustas omisiones.

A Cecilia Medrano por la revisión del texto.

A Miguel Blesa por su invitación para escribir esta reseña.

■ REFERENCIAS

- Abdala, P.M., Lamas, D.G., Craievich, A.F. (2012). *Size-dependent phase transitions in nanostructured zirconia-scandia solid solutions*. Royal Society of Chemistry Advances, **1**-9.
- Balseiro, J.A. (1955) Discurso a los egresados de la primera promoción de licenciados en física del Instituto de Física de Bariloche. <http://www.ib.edu.ar/index.php/historia-del-ib/primera-graduacion.html>
- Bonfiglioli, A., Craievich, A.F., Maiztegui, A.P. (1972). *Ciencia de materiales en una escuela de Física: una experiencia de interacción entre organismos educacionales y de investigación y desarrollo*. Anales de la III Conferencia Panamericana de Tecnología de Materiales, **701**-4.
- Burgi, J., Neuenschwander, R., Kellermann, G., García Molleja, J., Craievich, A.F., Feugeas, J. (2013). *Reactive sputter magnetron reactor for preparation of thin films and simultaneous in situ structural study by X-ray diffraction*. Review of Scientific Instruments, **84**, 015102.
- Castelleto, V., Areas, E.P.G., Areas, J.A.G., Craievich, A.F. (1998). *Effects of tetramethylurea on the tertiary structure of lysozyme in water*. Journal of Chemical Physics, **109**, 6133-9.
- Craievich, A.F. (1975a). *Small angle X-ray scattering study of phase separation in a B_2O_3 -PbO- Al_2O_3 glass*. Physics and Chemistry of Glasses, **16**, 133-8.
- Craievich, A.F. (1975b). *Spinodal decomposition in vitreous systems with relaxing structure*. Physica Status Solidi A, **28**, 609-12.
- Craievich, A.F. (1984). *Projeto Radiação Síncrotron: Atividades e perspectivas*. Série CBPF/PRS 014/84, 14 p. Rio de Janeiro.
- Craievich, A.F., Dartyge, E., Fontaine, A., Raoux, D. (1983). *Elastic core effect in isovalent solid solutions*. Springer Series in Chemical Physics, **27**, 274-6.
- Craievich, A.F., Dujovny, E.P. (1973). *Submicroscopic voids in glassy carbon*. Journal of Material Science, **8**, 1165-70.
- Craievich, A.F., Dupuis-Petipas, C., Guinier, A. (1969). *Etude de la décomposition à basse température d'une solution solide Pb-Sn, sursaturée en étain, par diffusion des rayons X*. Acta Metallurgica, **17**, 1327-37.
- Craievich, A.F., Sánchez, J.M. (1981). *Dynamical scaling in the glass system B_2O_3 -PbO- Al_2O_3* . Physical Review Letters **47**, 1308-11.
- Doucet, J., Denicoló, I., Craievich, A.F. (1981). *X-ray study of the rotator phase of the odd-numbered paraffins $C_{17}H_{36}$, $C_{19}H_{40}$ and $C_{21}H_{44}$* . Journal of Chemical Physics, **75**, 1523-9.
- Giovanetti, L.J., Ramallo-López, J.M., Foxe, M., Jones, L.C., Koebel, M.M., Somorjai, G.A., Craievich, A.F., Salmeron, M.B., Requero, F.G. (2012). *Shape changes of Pt nanoparticles induced by deposition on mesoporous silica*. Small, **8**, 468-473.
- Goldoni, Carlo (1814). *Mémoires de Goldoni pour servir a l'histoire de sa vie et a celle de son théâtre. Tome I. Preface*. Chez Colburn Libraire. Paris et Londres. http://books.google.com.ar/books?id=SnEMAAAYAAJ&hl=es&source=gbs_similarbooks.
- Kellermann, G., Craievich, A.F. (2008). *Melting and freezing of spherical bismuth nanoparticles confined in a homogeneous sodium borate glass*. Physical Review B, **78**, 054106.
- Lobo, R., Muniz, R.P.A., Danon, J., Craievich, A.F. (1983). *Proposta preliminar de estudo de viabilidade de um Laboratorio Nacional de Radiação Síncrotron*. Serie CBPF/PRS 001/83, 33p. Rio de Janeiro.
- Maziero, P., Oliveira Neto, M., Machado, D.S., Batista, T., Carvalho, C.C.S., Neuman, M.G. Craievich, A.F., Rocha, G.G.D., Polikarpov, I., Gonçalves, A.R. (2012). *Structural features of lignin obtained at different alkaline oxidation conditions from sugarcane bagasse*. Industrial Crops and Products, **35**, 61-69.
- Oliveira, L.N. (2002). *A survey of glass research in Brazil*. Journal of Non-Crystalline Solids, **304**, 1-3.
- Rodrigues, A.R.D., Craievich, A.F., Gonçalves da Silva, C.E.T. (1998). *Commissioning and operation of the first Brazilian synchrotron light source*. Journal of Synchrotron Radiation, **5**, 1157-61.