

# MI HISTORIA JUNTO A LOS METALES Y OTRAS HISTORIAS<sup>1</sup>

**Palabras clave:** ciencia de materiales, metales, crecimiento por irradiación.  
**Key words:** materials science, metals, irradiation growth.

**La autora rememora su vinculación con los materiales que se emplean en tecnología nuclear y su vocación por la docencia y la formación de recursos humanos**

■ **Alicia Sarce**

Investigador consulto Comisión Nacional de Energía Atómica

[alicial.sarce@gmail.com](mailto:alicial.sarce@gmail.com)

<sup>1</sup> Editor asignado: **Miguel A. Blesa**

Acaso tuve siempre la ¿suerte? de pertenecer a Instituciones que hacía pocos años que habían comenzado su trayectoria o que recién la comenzaban, por lo que sentí un lazo de unión más fuerte con ellas. Asimismo, tuve la ¿suerte? de haber vivido en mi actividad profesional acontecimientos que para mí son ahora lindos o tristes recuerdos y que para algún joven que llegue a leer esta Reseña serán ahora extrañezas. Y es, por una u otra ¿suerte? que mi historia está muy unida a otras historias, que no puedo dejar también de contar.

Pero comencemos hablando de la mía. Nací en la hoy en día Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 15 de junio de 1943 día en el que, como hasta hoy, ya se celebraba en Argentina el día del libro. Aunque mis nombres de pila son Alicia Luisa, profesionalmente siempre usé sólo el primero. Mi familia cercana fue una familia tipo. Tres de mis abuelos llegaron a Argentina desde España: los padres de mi mamá, Santiago Alvarez-Vazquez (que había nacido el 1 de mayo de 1885) desde Pompei-

ro, Galicia y Perfecta Iglesias (2 de febrero de 1894, hija natural y melliza) desde un muy pequeño pueblo (en el 2000 con 179 habitantes), San Esteban de Remaliego, Asturias, dejando allá a sus familias. El padre de mi papá, al que no conocí, Eloy Carlos (1 de diciembre de 1885) desde Badajoz. Mi otra abuela, Luisa Le Rose (5 de julio de 1888) llegó desde Montegiordano, Región de Calabria, bien al sur de la bota de Italia. Completaron la familia más cercana mi papá, Alberto Eloy, Dr. en Ciencias Económicas, y mi mamá, María Luisa, que terminó su secundario profesional, aunque nunca trabajó fuera de casa. La Facultad de Ciencias Económicas de la UBA ha digitalizado sus antiguas publicaciones, y es así como puedo tener la tesis doctoral de mi papá, "La industria argentina del cemento portland", Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires, que defendió en 1949, no común de realizar por un inicialmente contador público. Tengo una hermana, dos años menor que yo, médica, radicada en Espa-

ña desde hace poco más de treinta años.

Mi escuela primaria, pública, "Doña Paula Albarracín de Sarmiento", con su higuera y telar, como correspondía, era de niñas y de jornada simple. Aprovechando esto último, muchos viernes a las 14 horas llegábamos mi hermana y yo con la abuela Perfecta a la puerta del enorme cine Cónдор, que estaba a no muchas cuadras de casa, para ver en continuado las tres películas programadas y que, si nos gustaba mucho la primera, volvíamos a ver. Actualmente no podría hacerlo; por un lado, porque el cine es hoy un enorme garaje y, por otro lado, porque la escuela es de jornada completa. La secundaria, en la Escuela Normal Superior de Maestras N° 8 "Julio Argentino Roca", también pública, me permitió obtener el título de Maestra Normal Nacional que, apenas recibida, me permitió ayudar en sus tareas a numerosos alumnos particulares a los que daba clase en una de las habitaciones de la casa de mis abuelos maternos. Esa formación, seguramente, también me ayudó en

la docencia que hice a lo largo de toda mi labor después de terminar la carrera universitaria. Actividad, la docencia, que disfruto plenamente, tanto al dar la clase como durante su minuciosa preparación.

Junto a estos estudios, y junto con mi hermana, tomábamos clases de música: yo de piano, rindiendo mis exámenes con el Maestro Alberto Ginastera, y ella de guitarra. También clases de danzas clásicas, que interrumpimos tempranamente al finalizar la escuela primaria y que yo retomé en los años 90 y continué hasta el fin del 2019, a mis 76 años, por el inicio de la pandemia. ¡Me arrepiento enormemente de esa interrupción temprana!

Mis estudios universitarios los realicé en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, donde cursé la licenciatura en Física. Definí que era ésta la carrera que seguiría cuando en tercer año del secundario comencé a estudiar física. A diferencia de mis compañeras, que usaban el libro de Alberto J. Frumeto "Elementos de Física y Química", yo estudiaba física por uno de los tomos del "Tratado elemental de física", escrito por los investigadores de la UNLP Ramón Godofredo Loyarte<sup>1</sup> y Enrique Loedel Palumbo, probablemente en la edición 1932, que había usado en la escuela Superior de Comercio, el Carlos Pellegrini, uno de mis tíos, y me interesaron desde el inicio los temas que se iban viendo, aunque, por supuesto, no son los más apasionantes de la física. El curso de ingreso a la Facultad, en 1961, (matemáticas y física en el primer cuatrimestre; biología, geología y química en el segundo) se desarrolló en el aula magna de la antigua Facultad de Perú 222. Salvo el primer examen de matemáticas que aprobé con 55 puntos sobre 100, los restantes los aprobé

con muy buenas notas, incluido el segundo de matemáticas que tenía temas de trigonometría que nunca había visto en el secundario. Al finalizar el ingreso e iniciar la carrera de física ya inauguré el pabellón 1 de la Ciudad Universitaria (una mini historia dentro de la larga historia de la UBA). En ese momento no era sencillo llegar hasta allí. Felizmente tenía a dos cuadras de mi casa el colectivo 56 cartel azul, con extensión a Ciudad Universitaria, que junto con el 47 eran los únicos que llegaban, pero pasaba uno cada hora. Y había que rogar que no cruzara la Av. Dr. José María Ramos Mejía un lentísimo tren de carga que partiera de la Estación Retiro Belgrano, porque había que sumar, entonces, bastante tiempo extra para llegar a destino. También era posible tomar en Retiro el tren del Belgrano Norte que tenía, en ese entonces, como parada más cercana a la facultad la estación Raúl Scalabrini Ortiz, ¡a 700 metros de la entrada a la Ciudad que, sobre todo en los días de lluvia, parecían infinitos! Otro inconveniente: en los primeros tiempos no había comedor y debíamos llevarnos el almuerzo o, eventualmente, acercarnos en alguna ocasión a uno de los carritos cercanos de la costanera, donde ya nos reconocían como los alumnos de la facultad.

Entre mis formadores docentes estuvieron: Daniel Bes (<https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-resenas/resenas-tomo-1-no-1-2013/>), Horacio Bosh, Felix Cernuschi, Juan José Giambiaggi, Ernesto Maqueda (en ese entonces JTP de Mecánica I), Santiago Pinasco, Sergio Pissanetzky, Juan Roederer (<https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2021/03/04-RESENA-Roederer-CeIResenasT9N1-2021.pdf>), José Boris Spivacow, Jorge Staricco, Carlos Varsavsky. A tres de ellos, Daniel, Ernest-

to y Juan, tengo el placer de verlos y de seguir escuchando sus magníficas conferencias.

Llevé a cabo prácticamente toda mi actividad profesional en el acogedor Centro Atómico Constituyentes (CAC) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), ubicado sobre la colectora lado provincia de la Avenida General Paz (y Constituyentes), desde septiembre de 1966. Uno de los administradores que tuvo el Centro distribuyó en él distintos árboles y otras plantas, por lo que los que trabajamos allí tenemos flores en la primavera, en el otoño las hojas rojas de la espectacular hilera de los liquidámbares, de los acer y las hojas en forma de abanico de un intenso amarillo de un par de ginkgos biloba. Y el palo borracho, que florece de enero a mayo y con su fruto de semillas negras rodeadas de la masa algodonosa, que el viento esparce por el Centro y sus alrededores. También un aroma con sus flores amarillas de perfume dulce en la primavera. Pero estos árboles no estaban cuando yo ingresé al CAC en septiembre de 1966. Sólo recuerdo, en ese entonces, el palo borracho que había plantado Jorge Sabato<sup>2</sup>. La mayor superficie estaba cubierta con césped; los edificios eran pocos. Actualmente, si bien están los árboles, no el palo borracho de Sabato pero sí un retoño, germinada una semilla por una integrante del CAC, el césped prácticamente no existe y los edificios son muchos. Y tampoco estaban las placas con los nombres de los 15 desaparecidos de CNEA, a los prácticamente 10 años de mi llegada al CAC, y que hoy enlutan el frente de uno de sus edificios.

¿Por qué me acerqué al CAC en ese momento, en septiembre de 1966?

En realidad, no sabía qué cosas se hacían en el CAC, ni aún en CNEA, más allá de lo general que se podía conocer a partir de las noticias sobre el fallido proyecto de la isla Huemul, Richter y la creación de CNEA en 1950. ¿Por qué me acerqué, entonces, a uno de los Centros Atómicos? Prácticamente un mes y medio antes, el 29 de julio de 1966, se produjo el negro acontecimiento que todos los años recordamos como la noche de los bastones largos. Como consecuencia, la mayoría de los grupos de investigación de Ciencias Exactas quedaron desmembrados y la mayoría de los docentes renunciaron y viajaron al exterior. En ese momento, como estudiante de la licenciatura en física, me faltaba cursar la mayoría de las materias superiores: electromagnetismo, física nuclear, mecánica estadística y había cursado con Daniel Bes y aprobado los prácticos de mecánica cuántica, pero no había alcanzado a dar el examen final. También había terminado en julio de 1966 Trabajos de laboratorio II, pero no había podido siquiera asentar en la libreta universitaria su aprobación. Ninguna de esas materias que me faltaban cursar se iba a dictar en la facultad en el segundo cuatrimestre, porque lamentablemente no estaban ya los docentes. La única posibilidad, para avanzar algo en la carrera, era comenzar el trabajo de seminario. Este trabajo debía durar aproximadamente un año y podía ser realizado en laboratorios fuera de la Facultad. Junto con una compañera, Irene Maier, tuvimos conocimiento de que en el CAC había posibilidad de conseguir tema de trabajo en el entonces Departamento de Metalurgia y hacia allí nos fuimos. Era ese mes de septiembre de 1966.

Así llegamos al CAC y luego, siguiendo las indicaciones de las personas que estaban en la guardia, llegamos al inicial edificio del

Departamento de Metalurgia en ese momento bajo la dirección del Profesor Jorge A. Sabato. Un doctorando nos fue mostrando los distintos laboratorios. En cada uno nos contaban en qué se trabajaba. No entendimos mucho, porque en ese momento no se mencionaba en la carrera de física (ni en la de química ni en las facultades de Ingeniería del país) nada de Ciencia de materiales. Después de la recorrida nos condujeron a la oficina de la Dra. Nelly Libanatti, a cargo del área de formación de recursos humanos en el CAC. Planteados nuestros objetivos, nos propuso dos temas de trabajo: uno de ellos tenía como material de estudio un acero y otro tenía como objetivo medir los cambios de volumen asociados a los cambios de estructura de la aleación Ag-Zn 50 % atómico cuando se calienta y desde una inicial estructura ( $\beta'$ ), cúbica de cuerpo centrado (bcc) ordenada, pasa a una ( $\zeta$ ) hexagonal compacta (hcp) y si se sigue calentando a una cúbica de cuerpo centrado desordenada ( $\beta$ ). Se realizaría en el grupo de Transformaciones de fase dirigido por el Ingeniero Jorge Kittl, un ingeniero químico de la destacada Universidad del Litoral y uno de los iniciadores del Departamento de Metalurgia. Irene eligió el primero. En el segundo trabajo que, entonces, yo tomé, usé el Dilatómetro fotográfico-sistema Chevenard, que permitía obtener curvas donde se iba midiendo la dilatación debido a los distintos cambios. Así comenzó mi etapa como investigadora. Fui trabajando en el Seminario, a la par que iba cursando las materias que me faltaban, y lo pude presentar, como última materia, el 15 de diciembre de 1967 obteniendo el título de Licenciada en Física. Poder cursar las materias que me faltaban no fue simple (otra mini historia dentro de la UBA). La cursada de Mecánica Estadística se resolvió sin mucha dificultad, porque su profesor, el Dr. Cernuschi, era

investigador en la Facultad de Ingeniería y, en vez de trasladarse él a Ciencias Exactas como lo hacía todos los años, fuimos los alumnos a Ingeniería y la pudimos desarrollar durante tres meses a partir de octubre del 66. De Cuántica, también fue posible rendir el final. Lamentablemente no con el Dr. Bes, pero ya habíamos aprendido cuántica con él! Electromagnetismo fue dictada en el primer cuatrimestre de 1967 en Exactas por Sergio Pissanetzky. Poder cursar Física Nuclear fue complicado. La tuve que hacer en la Universidad Nacional de La Plata y fue gracias a que alumnos de física a los que le faltaba sólo aprobar esa materia realizaron las gestiones para que la UBA reconociera la que dictaría el Dr. Horacio Bosh, investigador en la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP. Así, tenía que asistir a las clases teóricas y prácticas los sábados a lo largo de todo el día y los lunes por la mañana a una clase teórica. Fue mi último examen, antes de rendir el seminario. Una mención aparte, merece la descripción de la firma de la aprobación de los prácticos de Laboratorio II. Tampoco fue sencilla. Comencé la materia en agosto de 1965, duraba un año y se realizaba en grupo. Yo estaba junto a Hugo Sofía, quien trabajó también en el CAC y falleció hace muy poco tiempo, y a Buby Hoijsman. Debíamos poner a funcionar una guía de ondas que había fabricado un grupo anterior. Para ello teníamos que encontrar la correspondiente frecuencia, sobre la que nos habían dado el rango en que deberíamos buscarla. No había caso, no aparecía el esperado pico. Ya cansados y enojados, uno de mis compañeros dio un suave golpe al equipo de medición que modificó totalmente el rango de frecuencia anterior y apareció el pico tan esperado! El aplauso fue general. Así, en los últimos días de julio de 1966, habíamos aprobado los prácticos de Laboratorio II. El 30 o 31,

no recuerdo, fuimos hasta la Ciudad Universitaria para reunirnos con el JTP para la firma de la libreta. Nos informaron que ya se había retirado y que no volvería a Ciudad. Cuando ya pensábamos que tendríamos que volver a cursarla, por esas cosas del azar nos encontramos con él cerca de la Facultad de Perú, cuando se dirigía a tramitar su pasaporte y nos firmó la libreta ahí, en la calle.

La escritura y presentación del trabajo de seminario como última materia de la carrera, no sólo me permitió obtener ese título de Licenciada en Física de la UBA sino que me permite, en la era de la PC, escribir con todos los dedos y sin mirar el teclado. Mi padre fue el sufriente que tuvo que escribir durante todo un fin de semana las 58 páginas del trabajo en una vieja Olivetti (que aún hoy funciona) y su "ira" contenida, pero fácil de detectar, me llevó a prometerme que aprendería a escribir a máquina. Y eso hice: fui dos meses a las Academias Pitman (que hoy, actualizadas, siguen existiendo): en diciembre de 1967 en Buenos Aires y luego, en enero de 1968, en Mar del Plata donde estaba de vacaciones y me levantaba a las 7 de la mañana para asistir a la clase de 8 a 9 y poder aprovechar luego la playa. Pero no sólo había que escribir el texto del Seminario sino que, luego, había que completarlo con las letras griegas escritas "a mano" y las tablas "hechas a mano", a menos que uno tuviera una máquina de avanzada con bochitas intercambiables que permitían la escritura de letras griegas y que tuviera práctica como para hacer a máquina las tablas. No era mi caso, así que, en la semana, tuve que completarlo.

Más allá del aspecto académico, es de señalar que en ese momento en el Departamento de Metalurgia éramos pocos (hacía no muchos años que se había creado) y había

una camaradería magnífica. Anécdotas, todos los días. Funcionaba "El Adoquín", al que pertenecía un grupo de personas que organizaban torneos de ping pong, despedidas de soltero, especiales festejos de cumpleaños, llevaban la organización de una biblioteca no académica sino literaria, etc. Además, se organizaban asados en la quinta de Ezeiza, donde funcionaba la guardería para los hijos del personal del Centro Atómico Ezeiza, y a esos asados asistíamos todos: Jorge Sabato, los jefes de los grupos, los integrantes de los grupos: profesionales, no profesionales, becarios, y todos con sus respectivas familias. De uno de esos asados se tiene una hermosa filmación: "Punto y Coma", compaginada por El Adoquín. Era una época en la que se podía entrar a trabajar al CAC a cualquier hora y trabajar hasta cualquier hora y cualquier día sin tener que avisar con anticipación. Y todavía estaba, como algunos sin duda recordarán, la General Paz angosta y la Rotonda de Constituyentes.

Ese año pasado en el Departamento de Metalurgia haciendo el Seminario me permitió conocer parte de su historia. Fue dirigido desde el inicio por el profesor Jorge Sabato quien ingresó en CNEA el 15 de diciembre de 1954. Ya en ese momento estaba publicado su trabajo "La Metalología<sup>3</sup> en el decenio 1944-1954" en la Revista Ciencia e Investigación, tomo 10, número 12, (1954) 529-534, de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias, en el cual señala que es... "un somero y muy rápido balance de la febril actividad en este fructífero decenio". ..... "lo realizado en nuestro país puede resumirse mucho más somera y rápidamente aún; basta una sola palabra: nada"<sup>4</sup>. Por eso, según sus palabras, los objetivos que le había planteado el Presidente de CNEA en el momento de designarlo fueron: 1) Hacer en el país los ele-

mentos combustibles para un reactor experimental y 2) Instituir la Metalurgia como disciplina académica en la Argentina<sup>5</sup>.

Para conseguir los primeros, era indispensable conseguir lo segundo dentro de CNEA. Y el Departamento de Metalurgia, comenzó la actividad académica con la invitación a tres destacados especialistas extranjeros que llegaron al país a partir del año 1955, desde la Universidad de Birmingham, Inglaterra (Profesor Robert Cahn); del *Max Planck Institut* de Stuttgart, Alemania (Profesor Erich Gebhardt) y de la *École des Mines de Paris*, Francia (Profesor Paul Lacombe) para dictar diferentes cursos en el área de la Metalurgia. A partir de 1956, además, la actividad académica se continuó con la estadía en esos laboratorios, por uno o dos años, de los iniciales profesionales que acompañaban a Sabato en la formación del Departamento, entre ellos mi futuro director Jorge Kittl, que se especializaron en distintos temas de la Metalurgia. Así, ya al regreso al país, pudieron dictar los cursos organizados en 1959 y en 1960, fundamentalmente para una nueva camada de profesionales, la mayoría egresados de Ciencias Exactas, que ingresaron con beca CONICET, y también del Instituto de Física de Bariloche, hoy Instituto Balseiro, que comenzaron a realizar sus tesis de doctorado. Pero también Sabato recurrió a la OEA, al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA, Viena), a la *Agency for International Development* (AID-EEUU), al Instituto Torcuato Di Tella y a CADAFE (Fundación de Aceros S.A.), ambos de Argentina, para organizar el Primer Curso Panamericano de Metalurgia Nuclear, con docentes de primer nivel internacional y con participación de alumnos de Latinoamérica que, generalmente, después completaban con un trabajo de tesis. Este primer curso se realizó en 1962.

El segundo se concretó en 1965. El tercero, designado directamente, Tercer Curso Panamericano de Metalurgia ya se dictó en 1967. En este año, a partir de una reunión de los Jefes de los Estados Americanos, el Departamento de Metalurgia fue clasificado como un Centro de Excelencia y, a partir de ese momento, fue Centro Sede del Programa Multinacional de Metalurgia patrocinado por la OEA. Los cursos continuaron anualmente a partir de 1968 hasta completar el décimo. Dado que, a partir de la formación recibida en Argentina, países de Latinoamérica habían logrado la formación de laboratorios y especialistas en el área de la Metalurgia, y que los cursos estaban patrocinados por la OEA, se decidió realizar a los distintos países el ofrecimiento de pasar a ser sede de los mismos. Así, el curso onceavo ya se dictó en México, y contó con varios de los docentes argentinos. En el CAC, los cursos de posgrado en Metalurgia continuaron, siendo también los alumnos becados para poder tener dedicación completa al estudio. Ya en ese momento se contaba en ese Centro con una importante Biblioteca en el tema Metalurgia. Se había conseguido, así, instituir la Metalurgia como disciplina académica, no sólo en la Argentina sino también en Latinoamérica.

Los elementos combustibles para el reactor experimental también fueron conseguidos. Y también la construcción, en nueve meses, del primer reactor nuclear de América Latina construido con técnicos, científicos, materiales y tecnología locales, el RA-1, inaugurado hace 65 años, el 20 de enero de 1958, que los usó como sus elementos combustibles. Modernizado, aún está en funcionamiento en el CAC. Además, a sólo 5 días de haber obtenido mi título de Licenciada en Física, el 20 de diciembre de 1967, CNEA pudo inaugurar en otro de los Centros Ató-

micos, el de Ezeiza, el Reactor RA-3, todavía principal productor de radioisótopos en nuestro país.

¿Por qué señalo todo eso?: porque todos los enormes logros del Departamento de Metalurgia en la formación académica en metalurgia en el país, que yo pude aprovechar, y en Latinoamérica y los logros de la CNEA en cuanto a la independencia tecnológica para la fabricación de los reactores experimentales, junto con el gran interés en el tema de las transformaciones de fase que me despertó mi pequeño trabajo de Seminario, me llevaron a tomar la decisión de continuar allí mis futuros trabajos.

Así, el año 1968 me encontré con una beca de iniciación del CONICET, que después de dos años fue beca de perfeccionamiento durante un año y medio, seguida por otros dos años de beca del Programa Multinacional de Metalurgia de la OEA, con las que pude llevar a cabo mi tesis de doctorado en el mismo grupo de Transformaciones de Fase y dirigida nuevamente por Jorge Kittl. Pero además, 1968 me encontré

como ayudante de Termodinámica, una de las materias del cuarto Curso Panamericano de Metalurgia, materia que estaba cursando quien fue durante 52 años mi marido, el Pepe José Ovejero, que había venido a Buenos Aires desde sus pagos Tucumanos a hacer el Curso, con obligación de volver a la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), de donde era egresado como licenciado en física, al finalizarlo. Llegado el momento regresó a su región del norte, y allí fui yo también en mayo de 1969 con mi beca CONICET, casados ya el 30 de abril en CABA, para trabajar con un físico egresado del Balseiro: Conrado Hoffmann, en el Instituto de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT. El trabajo estaba muy relacionado con el de mi tesis, ya que debía atacar un tema dentro de la difusión en cristales: el cálculo de factores de correlación, que publicamos en la revista *Matemática y Física Teórica* que desde 1940 publicaba periódicamente la Universidad<sup>6</sup> (Hoffman y col. 1974).

Tucumán era (sigue siendo) una muy linda ciudad para vivir. Fue y



**Figura 1:** El reactor nuclear RA-1, que funciona en el CAC. Fue construido en 9 meses por el inicial personal del Centro Atómico. Logró su primera reacción nuclear controlada el 17 de enero de 1958, fue inaugurado oficialmente tres días después y fue el primero en operar en América Latina.

es el centro cultural del noroeste argentino, con teatros, museos y centros culturales. Con la Universidad Nacional de Tucumán creada el 25 de mayo de 1914, y con escuelas secundarias, algunas creadas antes que la UNT, y que ahora dependen de ella. No puedo dejar de señalar la Fundación Miguel Lillo, dedicada a la investigación de ciencias naturales, y que en el predio que ocupa se encuentran colecciones naturales, un museo, una biblioteca, centro de datos, y servicios generales. Y no debo olvidarme de mencionar el renombrado septiembre musical, festival internacional permanente que se realiza desde 1960 y que recibe en ese mes a prestigiosos músicos argentinos y extranjeros, organizado por el Gobierno Provincial, a través del Ente Cultural de Tucumán, que es considerado, por su permanencia y calidad, uno de los encuentros artísticos más importantes del país

en su tipo<sup>7</sup>. Todas esas cosas mencionadas las disfruté, junto con las clases de cerámica que tomaba en el taller de una de las profesoras de la Facultad de Artes de la UNT; con la llegada al albergue de montaña del Instituto Técnico (una de las escuelas secundarias de la UNT) en la Yunga Tucumana con zonas llenas de azucenas silvestres rojas donde fuimos con un grupo de alumnos y por supuesto con mi trabajo, muy profundamente. Y ahora disfruto con el recuerdo que, a causa de la covid, ya no puedo compartir con quien compartió esos hermosos momentos.

A fines del 69, Pepe fue invitado a hacerse cargo de los prácticos del Curso Panamericano de Metalurgia, por lo que en marzo del año siguiente volvimos a Buenos Aires, inaugurando el departamento del barrio de Caballito en el que, con un motón de lindas reformas que fuimos ha-

ciendo, sigo viviendo. Y volvimos al CAC, y yo a continuar con mi trabajo de tesis de doctorado que había comenzado en 1968. En este trabajo debía realizar un estudio básico para conocer las características y las formas de movimiento, según fuera su morfología, de las interfases  $\zeta / \beta'$  desarrolladas durante la transformación  $\zeta$  (hcp)  $\rightarrow$   $\beta'$  (bcc) del sistema Ag-Cd alrededor del 50% atómico. Para ello calentaba una muestra en un hornito ubicado sobre la platina de un microscopio metalográfico (C. Reitcher, MEF) que me permitía registrar fotográficamente el avance de la transformación en una cámara de 35 mm adosada al microscopio, con un aumento de 1600X usando un objetivo de inmersión. Encontraba interfases que presentaban escalones (aproximadamente de 1  $\mu\text{m}$ ), a las que me detenía a mirar en detalle para observar el crecimiento lateral de estos y la formación de otros nue-

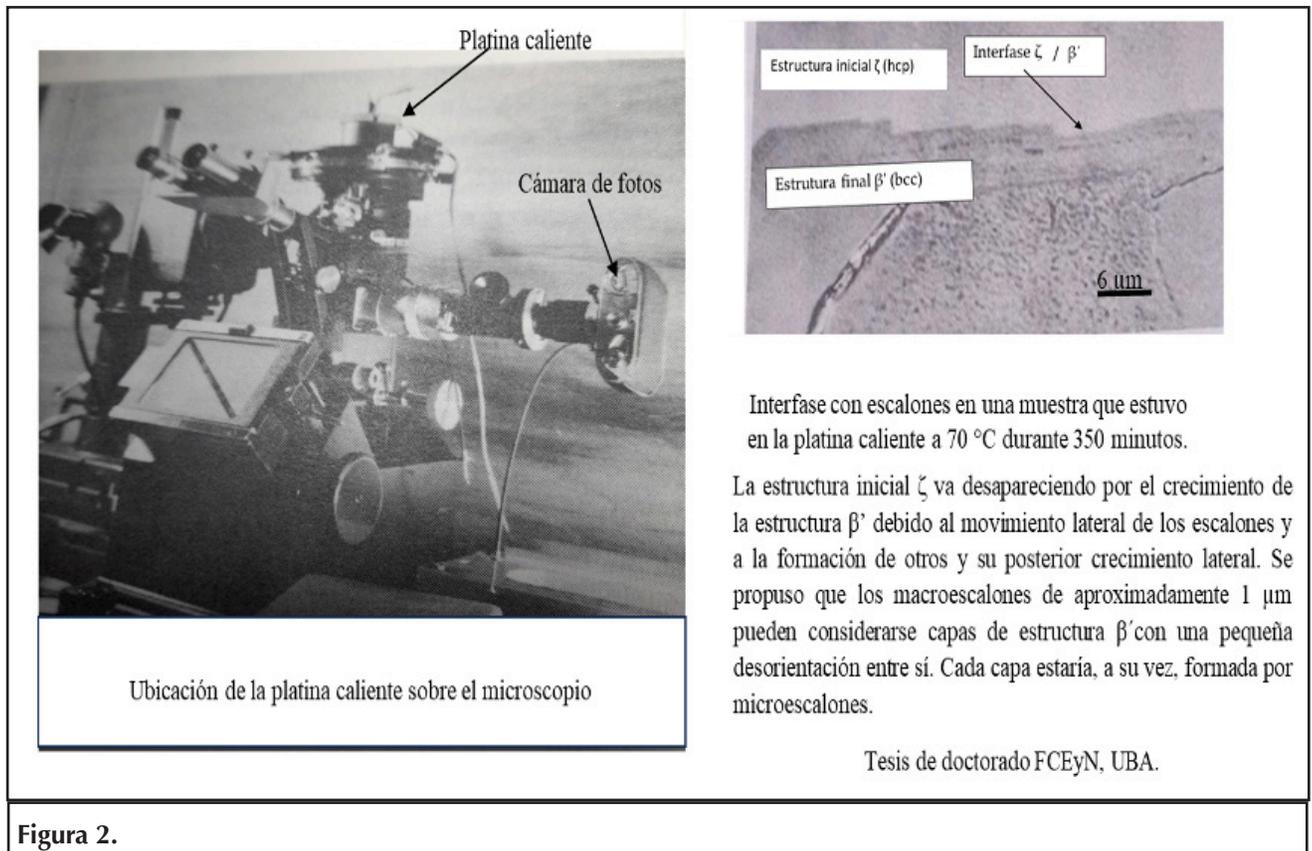


Figura 2.

vos, lo que permitía determinar las diferentes energías de activación de los diferentes procesos. Otras interfases se veían planas. Estos análisis, iban acompañados de mediciones de Rayos X y observaciones en los microscopios electrónicos de transmisión y de barrido.

Pude defender mi tesis recién en septiembre de 1975. El tiempo transcurrido, restado el año en que estuve en Tucumán y el tiempo de licencia por maternidad por el nacimiento de mis dos hijos, no fue sólo responsabilidad mía. A poco de comenzada mi tesis, el Ing. Kittl fue nombrado Jefe del Departamento Metalurgia. Si bien nos reuníamos periódicamente a charlar sobre el trabajo, cuando le entregué el primer borrador de la tesis lo guardó en una carpeta que contenía un expediente que luego fue girando por distintas oficinas de CNEA y, por supuesto, como él no tenía idea de dónde lo había guardado, no lo podía rastrear. En ese momento, muchos sabemos, no había PC ni fotocopidora, por lo que cada papel escrito era un tesoro. Cuando yo ya estaba desesperada y dispuesta a volver a reescribir todo, volvió la carpeta del expediente nuevamente a manos de Kittl y en ella volvió también, ileso, el borrador de mi tesis que, finalmente, una vez aprobado por mi director, pudo ser tipeado en una máquina de bochita y por la secretaria más veloz que haya conocido, Alicia Pelettieri, y ser presentado en la facultad. Fueron mis Jurados: el Ing. Gregorio Cudminsky (UNLP), el Dr. Amado Cabo (CNEA) y el Dr. Horacio Bosh (FCEyN-UBA). Pepe Ovejero fue el encargado de pasar las diapositivas de la presentación usando el proyector manual de diapositivas que habíamos llevado de casa.

Después de esta presentación y obtener así mi título de Dra. en Física de la UBA continué trabajan-

do en el mismo grupo de Transformaciones de fase, ahora con el Dr. Amado Cabo a la cabeza, en un tema más aplicado: Obtención de grano grande orientado en chapas de Fe-2.5% Si para ser usadas en núcleos de transformadores, con el objeto de disminuir las pérdidas que se producían. Fue, fundamentalmente, un análisis de diferentes tratamientos mecánicos y térmicos realizados a las chapas en atmósferas controladas de hidrógeno, para obtener en ellas diferentes distribuciones y tamaños de partículas precipitadas de segunda fase que, frenando (anclando) el crecimiento de granos de recristalización primaria<sup>8</sup>, permitieran que algunos con las orientaciones que se necesitaban se desanclaran y crecieran. Fue un grupo interesante el que trabajaba en el tema: Silvia Balart, que venía del área de la difusión; Néstor Badino, de los tratamientos térmicos; Amado Cabo y yo de las transformaciones de fases y Carlos Wörner, de Chile, que había realizado cursos de posgrado en materiales en el CAC y estaba haciendo su tesis de doctorado. Los resultados los entregábamos a Aceros Boehler, que fue la empresa que solicitó el estudio y, algunos, también los publicamos en revistas y en notas técnicas CNEA (Sarce, A. 1983).

En julio de 1977, y hasta junio de 1979, viajé a Francia con licencia sin goce de haberes y acompañando a Pepe, que tenía adjudicada una beca del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA) a través del gobierno de ese país. Solicité esa licencia porque nuestros hijos tenían 4 y 6 años y no sabíamos cómo iban a adaptarse, pues no conocían el idioma. La adaptación fue perfecta. Nicolás hizo y aprobó allá primero y segundo grado y María del Pilar el jardín de 4 y de 5 años y eran unos francesitos más. Así, pude trabajar, a partir de septiembre, durante las horas que estaban en la escuela,

lunes, martes, jueves y viernes de 8 a 16 horas, los miércoles no se daban clases, y los sábados de 8 a 11 horas, aunque los sábados no se iba a la Universidad. Trabajé, al igual que Pepe, en el *Laboratoire de Metallurgie Physique* de la Facultad de Ciencias de Orsay - Universidad de Paris Sud cuyo director era el Prof. Paul Lacombe que, como ya fue mencionado, fue uno de los tres profesores que estuvo en el inicial Departamento de Metalurgia del CAC formando al plantel de profesionales recién incorporado. Vivíamos también en Orsay, en una casa de departamentos antigua de planta baja y dos semipisos, que en sus primeras épocas tenía sólo un baño por piso que era compartido entre los dos departamentos. Orsay era el lugar ideal para vivir porque es un municipio que se encuentra a 24 km de París (hacia el sud) que en ese momento tenía unos 15.000 habitantes y todo estaba cerca: la universidad, el colegio y la estación de tren con el que podíamos llegar en 40 minutos a París. Así, los sábados almorzábamos temprano y en el tren íbamos hacia allá a recorrer uno de sus barrios o a visitar museos. Por supuesto, estas visitas eran de hasta unas dos horas, tiempo límite en que nuestros hijos miraban ciertas cosas y luego nos esperaban dibujando. La universidad, por otra parte, está formada por un conjunto de edificios dispersos sobre las colinas de un enorme parque de 160 hectáreas cubiertas de lindísimos árboles, que había sido el parque que rodeaba a un castillo. El subir hasta el edificio donde trabajaba era un placer diario. Por otro lado era, junto con el natatorio cubierto desde el que se veía en invierno la nieve afuera, el lugar obligado de los domingos al que nos acercábamos los cuatro con el triciclo y la bicicleta correspondientes.



**Figura 3.** Edificio de la Facultad en el que trabajaba.

Además de estos paseos en las inmediaciones, en las vacaciones de Noel (Nochebuena hasta Reyes) y de Pascuas (dos semanas) y en las vacaciones largas de julio de 1978, pudimos recorrer varias ciudades de Italia, España y Francia. Viajábamos en tren (no tuvimos auto) y eso nos permitió conocer más características culturales de los países.

En el grupo de trabajo puse a punto la técnica de Kossel que permite determinar orientaciones cristalinas. Usaba una cámara de Kossel, que se estrenaba, y que instalaba en una microsonda electrónica del *Laboratoire de Physique des Solides, Bâtiment 510*, de André Guinier, el de las Zonas de Guinier-

Preston, ubicado en la cima de una de las colinas del campo universitario y, usando el haz de electrones enfocado sobre la superficie de un grano elegido, permitía obtener el diagrama de difracción de rayos X que, indexado, daba la orientación de ese grano particular. La parte crítica del trabajo era conseguir el pulido correcto de la probeta usada para ser vista en la microsonda, cosa que logré con no poco esfuerzo, a pesar de la experiencia que tenía de mis trabajos en el CAC. Los análisis con otras muestras fueron continuados por otro compañero argentino, porque ya se había comprometido la compra de una cámara de Kossel para nuestro laboratorio. Fueron dos años intensos que disfruté mucho.

El único inconveniente de estar en Francia, y como me lo había adelantado un compañero del CAC que también había estado dos años con su familia, es que no se llega a conocer a fondo el indispensable inglés. A menos que a uno le guste estudiar idiomas, que no es mi caso!

A principios de la última semana de junio de 1979 regresé al país, al igual que para ir a Francia, en un vuelo de Aerolíneas Argentinas junto con los chicos. Pepe lo hizo a fin de esa semana y, obligatoriamente, tanto al ir como al volver, debió viajar por *Air France*. Reintegrada al CAC, me impactó, y me alegró, la cantidad de jóvenes que habían iniciado, en esos dos años, su actividad en el

Centro Atómico como consecuencia de las necesidades planteadas por el avance de la construcción de la Central Nuclear de Embalse, iniciada en mayo de 1974. Respecto a mi trabajo, habiéndose fusionado el grupo de Transformaciones de fase con el de Aceros que dirigía Alfredo Hey, trabajé en un proyecto, convenio entre la CNEA y la Siderúrgica Propulsora<sup>9</sup>, del grupo Techint, para realizar el estudio de diferentes chapas de aceros: efervescentes y calmados con Al; de alta resistencia; de colada continua; de bajo carbono y estabilizados con niobio, que ellos nos proporcionaban. Yo, junto con María Ortiz y Gladys Domizzi, las mirábamos con rayos X y determinábamos las texturas, para lo cual tuvimos que poner a punto los correspondientes métodos de medición, y otros investigadores usaban otras técnicas, lo que permitía tener una caracterización general de interés de la empresa. Entregamos varios informes con los resultados y pudimos,

también, presentar trabajos en reuniones de Rayos X, de la Asociación Física Argentina y de la Asociación Argentina de Materiales y en sus respectivas revistas.

Finalizado ese convenio, en 1983 tomé la decisión de pasar a trabajar en el Grupo de Teoría de Defectos y Mecánica del Continuo (TEDEMECO) que dirigía el Dr. Eduardo Savino, perteneciente, también, al Departamento de Materiales. Y allí estuve mirando, desde entonces, al Zr y sus aleaciones. ¿Por qué estudiar al Zr y sus aleaciones en un Departamento de Materiales ubicado en un Centro Atómico perteneciente a la CNEA? La respuesta es inmediata: esas aleaciones son los materiales con los que se fabrican algunos tubos ubicados en nuestras centrales nucleares, dentro de los cuales se encuentran los combustibles nucleares, las pastillas de dióxido de uranio.

Por la metalurgia física y por mediciones realizadas en algunos tubos ubicados en centrales nucleares del mundo se conocía que, debido a la irradiación neutrónica, sufrían un alargamiento sin cambio de volumen (crecimiento). Este hecho disparó un gran interés científico para tratar de entender el fenómeno. Ese interés científico fue sobrepasado rápidamente por un interés tecnológico, ya que los diseñadores de las centrales comprendieron que ese crecimiento de los tubos era un fenómeno clave que debía tenerse en cuenta para asegurar la integridad de la central nuclear. Hacer mediciones de los alargamientos no es sencillo, porque los tubos están en el núcleo del reactor. Además, no sólo es necesario conocer cuánto crecieron hasta un determinado tiempo de funcionamiento de la central nuclear; es necesario poder predecir cuánto más van a crecer hasta el fin de su vida útil, previsto por diseño, para que se deje el espa-



**Figura 4:** Central nuclear Embalse, ubicada en la costa sur del embalse de Río tercero, Córdoba.

cio suficiente para que puedan acomodarse libremente. El atascamiento de los tubos podría llevar a serios problemas, entre ellos a su rotura. Mi trabajo en el grupo era predecir estos cambios a partir de cálculos basados en las consideraciones básicas de la teoría de los procesos de reacción (*rate theory*), y teniendo en cuenta la estructura cristalina de las aleaciones constituyentes de los tubos (aleaciones de Zr); la microestructura, tamaño y forma de los granos de la aleación, conocida en base a las metalografías hechas previo a la irradiación; la textura cristalina, diferentes orientaciones cristalinas de los granos, que me pasaban desde diferentes comités técnicos de CNEA que recibían información del exterior, fundamentalmente de Canadá; las tensiones a las que se encuentran sometidos, que conocía a través de la información de un compañero del grupo y el flujo de neutrones que recibe cada tubo según su posición en el reactor, que me pasaban los reactoristas. Esos cálculos los hacía a través de un código de cálculo semiempírico desarrollado inicialmente por Eduardo Savino que usaba esa teoría de los procesos de reacción aplicada a materiales bajo irradiación. Considera: que en un metal bajo irradiación son creados defectos puntuales, vacancias e intersticiales fuera del equilibrio; que estos defectos migran en la red por activación térmica y pueden ser atrapados por dislocaciones, bordes de grano o interfases, presentes en el interior del material, que constituyen los sumideros; que ese atrape es el responsable de la causa que origina el crecimiento de los tubos.

Claro que, así como para fabricar los elementos combustibles era necesario conocer la metalurgia, para predecir el crecimiento a través del código era necesario actualizarlo permanentemente e ir introduciendo nuevos resultados. Así, justamen-

te, mis primeros trabajos en el grupo estuvieron centrados en estudios básicos para analizar la termodinámica de la deformación en materiales bajo irradiación y para realizar el cálculo de la potencia de atrape (o "fuerza") con que los bordes de grano del material atrapan los defectos puntuales que están difundiendo en la red anisotrópica hexagonal del Zr sometida, además, a la anisotropía debido a tensiones externas. El resultado obtenido: que las potencias de atrape dependen sólo de esa anisotropía, fue fundamental para poder introducir sus necesarios valores en el código. A estos nuevos resultados se unían los obtenidos también por los otros integrantes del grupo: Ana María Monti, Roberto Pasianot, Nelly De Grande y Julián Fernández. A modo de ejemplo, para los tubos (tubos de presión) de la Central Nuclear de Embalse, el código preveía para los tubos más irradiados un alargamiento del orden de unos 10 cm para treinta años de funcionamiento de la central, que no es poco!

Con las características microestructurales de los nuevos tubos de presión que se colocaron en la Central Embalse después de las actividades de reacondicionamiento y montaje de los sistemas enmarcados en el Proyecto de Extensión de Vida, seguramente se podrán predecir los nuevos alargamientos.

Más allá de la importancia de los cálculos de crecimiento para, en particular, nuestras Centrales, que daban origen a Notas técnicas e Informes a diferentes Programas específicos de CNEA, y eran también de interés de NASA<sup>10</sup>, cada uno de los nuevos resultados básicos obtenidos en el grupo que llevaba a entender la física detrás del fenómeno de crecimiento daba, generalmente, origen a un trabajo que se presentaba a una revista internacional. Y ahí comenzaba, como tal vez les habrá

ocurrido a algunos de los lectores, la odisea de la impresión final del trabajo para que tuviera una buena presentación. En particular, en un momento, el TEDEMECO podía acceder a una única impresora láser ubicada en la sede central de CNEA, dentro de un grupo que tenía que ver con publicaciones. Entonces era necesario solicitar un turno para hacer la impresión, rogando que no se encontrara ningún error al tener ya la impresión en mano. Pero eso no era todo: después había que enviar el trabajo a la revista. Recuerdo los muchos sábados por la tarde en que iba al entonces Correo Central, compraba y pegaba las estampillas en el sobre que contenía el trabajo y, para estar segura que saliera correctamente, no lo ponía en el buzón sino que lo llevaba al subsuelo del correo desde donde salían las cartas para el exterior, preguntaba a las personas que estaban poniendo las cartas en bolsas, qué bolsa salía para el lugar al que iba nuestro sobre, lo entregaba en mano y miraba que llegara a la correspondiente bolsa. Por eso cada vez que voy al CCK y paso por la puerta que lleva al subsuelo, no puedo dejar de pensar que es un poquito parte de mi historia en el CAC. Hasta que llegaron las PC y las conexiones vía Internet!

En simultáneo con las actividades de investigación y con las actividades de interés nuclear y de otras empresas metalúrgicas que acabo de mencionar, las actividades docentes como profesora de diferentes cursos, como directiva de los mismos, elaborando textos, ya que cada curso dictado implicó la redacción del apunte correspondiente, y realizando gestiones, fueron para mí muy importantes. Desde 1968 di todos los años clases en los iniciales cursos de posgrado que se dictaron en el Departamento de Materiales hasta 1974: los Cursos Panamericanos de Metalurgia, con el respaldo

de la OEA y, cuando este curso pasó a dictarse en México, en los cursos de posgrado que continuaron, y de los que fui su directora a partir de 1993. La mayoría de los años formé parte de los docentes del módulo de Transformaciones de fase. A partir de la creación de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), por convenio entre la UNSAM y la CNEA y al cumplirse el 10 aniversario de la muerte de Sabato, el 16 de noviembre de 1993 se creó en el CAC el Instituto de Tecnología, desde 1996 Instituto de Tecnología Profesor Jorge A. Sabato (ITS). Junto con el licenciado Luis Quesada trabajamos fuerte para, primero, establecer el nexo para que se creara el Instituto, primera Unidad Académica de la UNSAM y, creado éste, para luego efectivizar la implemen-

tación en él de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales como primera carrera, en marzo de 1994. Fue también la primera carrera de la UNSAM a la que le dio también su primer egresado. Toda la experiencia de dictado de los Cursos Panamericanos y de posgrado fueron la base para organizar el primer año de la carrera, que se completó en el segundo con un trabajo individual de investigación. Fui la directora de la Maestría desde su inicio hasta 2008. Como el ciclo de estudios del primer año estaba organizado en módulos donde, el que seguía usaba los conceptos introducidos en los anteriores, una de mis actividades en la maestría era coordinar con los docentes para que no faltaran temas necesarios ni se repitieran temas ya dados. Por otro lado, la

casi totalidad de los alumnos tenían becas para poder dedicarse a tiempo completo al estudio y era yo la responsable académica de todos los becarios.

Pero, sin dudas, mi actividad más importante dentro del Instituto recién creado fue pertenecer al grupo que estableció sus pautas de funcionamiento que, actualizadas debido a la incorporación de nuevas carreras, aún se mantienen. Asimismo, como una representante del Instituto, pude estar también presente en las numerosas reuniones que se realizaban para la construcción del inicial Proyecto Institucional de la UNSAM, concretadas en su primera Asamblea Universitaria de diciembre de 1997.



**Figura 5:** Alumnos de Maestría y Doctorado mención Materiales durante una visita al Centro Atómico Ezeiza con el profesor de Ensayos Mecánicos Ing. Lucio Iurman (UNS), ubicado a mi derecha.

En la maestría dicté anualmente, además, y hasta 2016 el módulo de Introducción a la Ciencia de Materiales, los últimos 5 años compartiendo el dictado con el nuevo docente que lo continuaría al retirarme.

Fueron numerosas las presentaciones y publicaciones que mostraban las particularidades de la enseñanza de la ciencia y tecnología de materiales en el Instituto Sabato<sup>11</sup>, realizadas en reuniones pedagógicas en el país y en el exterior en las que participé. Por otra parte, siendo desde 1997, año en que se normalizó, hasta el 30 de junio de 2013 Profesora Asociada Ordinaria, dedicación simple, de la Universidad Nacional de General San Martín, en varios períodos fui integrante del Consejo Superior de esa Universidad. Aunque mi fuerte relación con la UNSAM ya había comenzado antes de 1992.

Actualmente el Instituto ya creció mucho y en él se dicta una carrera de grado, la Ingeniería en Materiales que, al igual que el Balseiro, toma los alumnos con segundo año aprobado en cualquier universidad y la CNEA, la UNSAM y otras Instituciones del Estado y privadas otorgan becas para que los alumnos puedan dedicarse a tiempo completo al estudio. La carrera en el ITS dura 4 años. Integré el Comité Asesor de esta Carrera de Ingeniería en Materiales, entre 2000-2007. Se dictan también nuevos posgrados, que se sumaron a la Maestría, que continúa: los doctorados en Ciencia y Tecnología, mención Materiales y mención Física y, más recientemente, el doctorado en Astrofísica (se dicta en el ITS en Argentina y en Alemania en los laboratorios y aulas del Karlsruhe Institute of Technology). Y la Especialización de Ensayos No Destruyentes. Entre marzo de 2005 y marzo de 2010 fui, también, la Coordinadora de los Posgrados que estaban implementados.

Además, y fundamentalmente para los jóvenes que trabajan en CNEA, se dicta la Diplomatura en Materiales para la Industria Nuclear. Es un orgullo para mí ver este crecimiento después de haber contribuido a su creación.

Una de las actividades que reinicié en el Departamento de Metalurgia, ya para ese entonces Departamento de Materiales, fue la realización de los Seminarios. Cuando llegué al CAC en 1966 se realizaban una vez por semana. Fueron in-

terumpidos durante muchos años y, a mi regreso de Francia, me pareció oportuno contar qué es lo que **había hecho allá. Al finalizar la presentación, el entonces** Jefe del Departamento, el Dr. José Galvele, me pidió que, junto a algún otro integrante del Departamento, organizara estos seminarios en forma regular. Junto a Ana María Monti primero, y luego junto con Cristina Oviedo, los organizamos cada 15 días y constituyeron una actividad prioritaria del Departamento. Fui coordinadora entre 1980 y 1987.



**Figura 6:** Acto de colación y de celebración de los 25 años de creación de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales. Recibiendo una planta de orquídea por haber sido su primera directora. Me la entrega la secretaria de la maestría, Anita Kurcin (a mi lado) y, detrás, Ana María Monti, que la acababa de dejar Dirección del Instituto de Tecnología Sabato. A su derecha en la fila de atrás Miguel Ipohorski, investigador consulto CNEA.

Otra de las actividades que inicié en Constituyentes en 1990, y que se repitió cada año salvo en dos oportunidades por razones especiales y por supuesto durante los años de la pandemia, fueron las visitas al CAC que, bajo el nombre de “CAC abierto” invitan a la comunidad una vez por año a visitar sus distintos laboratorios. Recuerdo sus inicios cuando pedí autorización al entonces Jefe de Departamento, el Dr. Francisco Povolo, para comenzarlas; las reuniones que hacíamos luego un grupo para tratar de organizarlas; los consejos que le pedimos al Ing. Tersini que ya las organizaba al Tandar y los nervios cuando llegó el sábado 10 de noviembre, fecha fijada para la visita, a la que asistieron aproximadamente unas 100 personas. Claro que la casi totalidad eran familiares o amigos nuestros, porque Tersini nos había sugerido que en la primera visita solo avisáramos a familiares o amigos, para ver cómo funcionaba. Así lo hicimos y no avisamos a ninguna autoridad, ni al Administrador del Centro ni a Recursos Humanos y por eso recibimos el lunes un fuerte llamado de atención. Desde hace ya unos cuántos años, y retomado después de la pandemia en octubre de 2022, es organizado por RRHH del CAC y con la participación de los jóvenes que trabajan en el Centro Atómico, manteniendo el diseño original de la visita.

También he colaborado escribiendo algunas de las Hojitas de la Publicación Serie: Hojitas de Conocimiento, tanto con un enfoque público general como con un enfoque profesional, que es una colección de fascículos sobre la Ciencia y Tecnología de la energía atómica, sus aplicaciones y actividades derivadas, Editado por el Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable de la CNEA.

Cuál es mi actividad después de la jubilación en CNEA primero

(2009) y en la UNSAM muy pocos años después (2013). Fui nombrada investigadora consulta CNEA y sigo muy relacionada a la Institución, fundamentalmente a través del Instituto de Tecnología Sabato. Además del dictado de las clases, continué formando parte del Consejo Académico del Instituto y de la Comisión de Doctorado del Doctorado en Ciencia y Tecnología, mención Materiales durante algunos años; y sigo estando al pie del cañón para las actividades que se necesiten. En particular, junto a otros Investigadores Consultos, el Dr. Miguel Iphorski y la Dra. Ana María Monti, y designados por el Director del Instituto, integro el Consejo Asesor Pre-

mios Instituto Sabato cuyo objeto es el de implementar el desarrollo del proceso de evaluación y consensuar las pautas correspondientes, para el “Concurso bianual Premios “Instituto Sabato” en el campo de las Ciencia y Tecnología para estimular y distinguir a Jóvenes Profesionales del país en las siguientes categorías: Mejor trabajo de “Tesis de Doctorado”; Mejor trabajo de “Tesis de Maestría”; Mejor “Trabajo Final de Grado” (Ingeniería, Licenciatura) o su equivalente para completar una carrera de grado”. Es un arduo trabajo, pero que hacemos con gran contento. Y también con gran contento lo hacía Pepe, que comenzó a faltar en este último 2020-2022.



Figura 7.

Además de esto escribí, a modo de divulgación, sobre los temas en los que estuve trabajando en CNEA. Fueron dos breves libros: uno en 2014, "Espiondo a los materiales" que da un pantallazo inicial de la Ciencia de los materiales y está dedicado a los alumnos del secundario y para toda persona que se interese por la ciencia e intenta mostrar, justamente, la necesidad de conocer a los materiales por la importancia que tienen en la vida diaria. Está publicado online en la página del Instituto Sabato (<https://www.isabato.edu.ar>).

El otro pequeño libro (2017) es: "¿Crecen algunos tubos metálicos? Una aventura en los reactores nucleares". Está orientado a aquellos

que tienen un primer año de alguna carrera científica. Es el que habla de los cambios dimensionales de algunos de los tubos que se encuentran en los reactores nucleares y el modelo para predecirlos y la importancia de predecirlos. Es mi trabajo académico, volcado a un lenguaje para que pueda leerlo un no especialista. Está publicado online en la página de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (<https://www.aargentinapciencias.org>).

Y, por supuesto, otra de mis actividades actuales es la participación en el proyecto de CNEA sobre la Recuperación de la Memoria Histórica Institucional en Repositorio RICABIB, a través de reuniones organizadas por la Lic. Ana Calvo y que

continuarán próximamente, después de la interrupción por la pandemia.

Por fuera de CNEA, aunque a raíz de mis actividades en CNEA, a lo largo de mi actividad profesional tuve una importante actividad como evaluadora, integrando Jurados de trabajos finales de grado, de tesis de Licenciatura, de Maestría y de Doctorado presentadas, principalmente, en Ciencias Exactas y en Ingeniería de la UBA, en la UNSAM y en otras universidades del país; en concursos docentes de diferentes Universidades; de trabajos presentados en la revista *J. of Nuclear Materials*. Fui evaluadora del CONICET (de proyectos e investigadores) e integrante de la subcomisión Materiales Metálicos de la Comisión Ciencias



**Figura 8:** Brindis inaugural en el Congreso de la Asociación Argentina de Materiales. Betty Reca a mi derecha y a mi izquierda Cristina Oviedo, José Ovejero y Dorita Leyt.

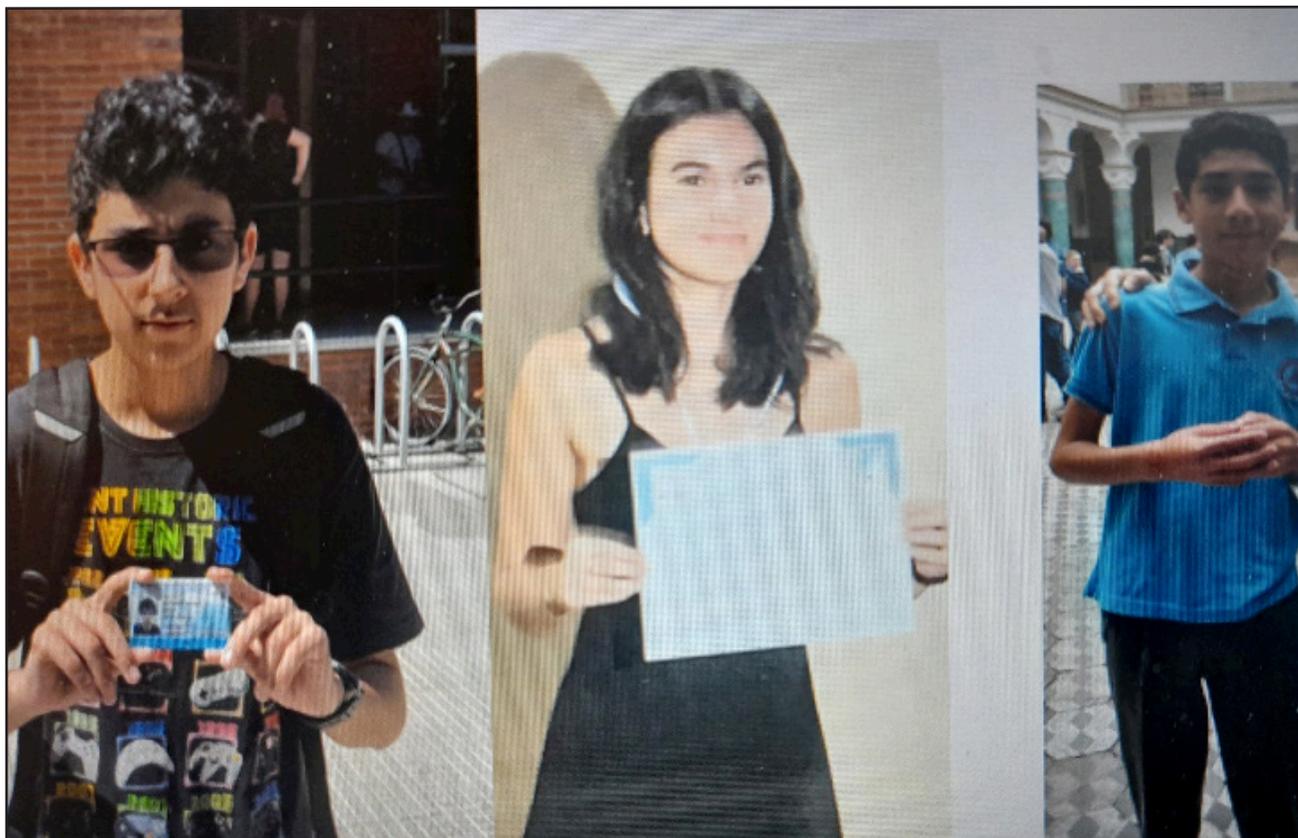
Agrarias, Ingeniería y Materiales que elaboró el Plan Plurianual de Ciencia, Tecnología e Innovación, 1998; Integrante de la Comisión de Ingeniería de la Comisión Asesora de Ciencias Agrarias, de las Ingenierías y de los Materiales del CONICET, 2000, 2001; Integrante de la Comisión Académica de la Escuela de Posgrado, UNSAM. 2006-2007; Evaluadora externa de la propuesta Programa Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, presentada por la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, noviembre 2006; Evaluadora CONEAU, en Ciencias Básicas y en Materiales, Carreras de Ingeniería, 2008 - 2013. Miembro de la Comisión de Seguimiento de doctorandos en la Facultad de Ingeniería, UBA y de Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la UNaM. Finalmente,

una de las actividades que me alegraron mucho realizar fue la de actuar como Evaluadora invitada en la Feria Juvenil de Ciencia y Tecnología de la Capital Federal. Años: 1993, 1994 y 1995 y, más recientemente y ya jubilada, de la nacional realizada en Tecnópolis. Otras, fueron las charlas que di varios años sobre la energía nuclear y los reactores nucleares para los alumnos de séptimo grado de la Escuela primaria pública a la que concurrieron dos de mis tres nietos.

Desde muy cercano a mi comienzo en el área de la Ciencia de Materiales, está mi pertenencia a la Asociación Argentina de Materiales, SAM, y mi presencia en los Congresos que organiza. Actualmente, y desde octubre de 2009, soy uno de los Socios honorarios. También a

la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear y soy miembro de WiN (Women in Nuclear).

Aunque desde 2004 había ya estado como Integrante del Comité Evaluador de trabajos a publicar en la revista Ciencia e Investigación, invitada por mi compañero de trabajo en CNEA y luego en la AAPC, a quien recuerdo y extraño, el Ing. Juan Carlos Almagro, una de las actividades que comencé en 2010, fue en la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias. Fui propuesta y aceptada como secretaria en su Colegiado Directivo ya en la asamblea ordinaria del 27 de mayo de ese año. Disfruto mucho con las reuniones, nuevamente presenciales, con mis compañeros en el Colegiado y, por supuesto, con las actividades que realizo, algunas más



**Figura 9:** Mis nietos: Matías (21), Lucila (18) y Stefano (casi 18).

cercanas a mi profesión y otras bastante distantes. ¡Aprendí un montón de cosas!

Ya sin relación con mi profesión, aprovechando el estar jubilada y pertenecer al Programa de Atención Médica Integral (PAMI), durante el año 2022 realicé el muy interesante curso "Arquitectura, Patrimonio y Cultura" dado por zoom desde la Regional Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional por un profesor de la UNS. Fue uno de los dictados dentro de los cursos de UPAMI, que se organizan por convenio entre el PAMI y las Universidades argentinas y son dictados por profesores de estas últimas. En este momento estoy finalizando el realizado en forma presencial en la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA, "Arte Rupestre", también dentro del mismo programa.

También alejado de mi profesión, pero no de mis clases de danzas clásicas de cuando era niña y de cuando no era tan niña, como mencioné al comienzo de esta Reseña, inicié en mayo de 2021 por zoom, con la misma profesora y las mismas compañeras, mis clases de elongación, y me atrevo a los primeros pasos de la barra. Pero los saltos y piruetas ya constituyen una etapa cerrada.

Para hacer un balance general, y cerrando esta Reseña, me preguntaría ¿qué cosas cambiaría si volviera a nacer?: en mi vida familiar, nada, disfruté vivir el corto tiempo en Tucumán y en Francia y el vivir en la atractiva ciudad de Buenos Aires, y porque lo que quisiera cambiar no dependió de mí.

En mi actividad profesional, trabajé en temas que me permitieron hacer investigaciones básicas en el área de la apasionante ciencia de materiales que llevaron a obtener resultados de interés básico y que

podieron ser usados para predecir resultados necesarios de interés aplicado. Además, lo hice en la CNEA, una Institución reconocida internacionalmente, y que junto a otras Instituciones como INVAP y CONAE ayuda al crecimiento del país exportando reactores experimentales, creando Centros de Medicina Nuclear en diferentes provincias de Argentina y fabricando las antenas plegables de satélites. Y, además, en la que entré a trabajar si bien no en su inicio, muy próximo a él, lo que me dio esa mayor pertenencia. En la docencia, algo similar: estoy cerca desde el cuarto Curso Panamericano. Y en la UNSAM desde recién creada. No las cambiaría. De mi vida personal: ya mencioné una, mi arrepentimiento de haber interrumpido tempranamente mis clases de danzas. Pero me queda una deuda más: no haber dado clases en la escuela secundaria, de física o matemáticas, fundamentalmente para transmitir una forma de "mirar" esas materias. Por otra parte, me gustaría no haber sido, ni ser, tan obsesiva. ¡Pero siempre me costó, y me cuesta, dejar un concepto sin tratar de entenderlo a fondo y dejar de involucrarme a fondo en lo que hago! Prueba de esto son mis promedios de 9.48 en el secundario y de 9.42 en la licenciatura.

#### ■ **BIBLIOGRAFÍA:**

Sólo mencionaré ejemplos de publicaciones en algunos de los diferentes temas abordados

#### Investigación

Fernandez, J.R.; Monti, A.M.; Sarce, A.; Smetniansky-De Grande, N. (1994) "Pressure tube deformations predicted via a microstructural evolution description", *J.Nucl.Mater* 210, 282.

Hoffman, C.; Sarce, A. (1974) "Sobre el cálculo de factores de correlación para la difusión en cristales", *Matemática y Física Teórica (A)* 24, 73. Univ. Nac. Tucumán. Rev. Ser. A Vol. XXIV. (Argentina).

Monti, A.M.; Sarce, A.; Smetniansky-De Grande, N.; Savino E.J.; Tomé, C.N. (1991) "Point defects and sink strength in HCP metals", *Phil.Magazine* 63, 925.

Sarce, A.; Kittl., J. (1983) "Observations on the microstructure of the transformation  $\xi \rightarrow \beta'$  in the system Ag-Cd", *Proceeding of the International Conference on Solid-Solid Phase Transformations. Pittsburg, USA.*, 901.

Sarce, A.; Savino, E.J. (1989) "Thermodynamics of deformation under irradiation", *physica statu solidi b*. 154, 10.

Sarce, A.; Savino, E.J. (1990) "Grain boundary sink strength in anisotropic materials", *physica statu solidi b*. 159, 557.

Sarce, A. (1994) "Stability of Zr-85wt% Nb precipitates in pressure tubes", *J.Nucl.Mater.* 208, 300.

Sarce, A. (2001) "The effect of the point defects on the behavior of a crack inside of a pressure tube", *J.Nucl.Mater* 299, 20.

#### Enseñanza

Alonso, P.R.; Aricó, S.; Domizzi, G.; Montero, R.; Sarce, A.; Kurcin, A.M. (2007) "El proceso de enseñanza-aprendizaje en el primer módulo de la maestría en ciencia y tecnología de materiales del Instituto Sabato", *Actas de las II Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Pedagogía Universitaria. Enseñar y aprender en*

la Universidad: "Culturas y educación en la Universidad: problemas y perspectivas" – ISBN 978-987-1435-01-2; 6-7 de septiembre – (San Martín, Buenos Aires, Argentina).

Carranza, R.M.; Iribarren, M.; Quesada, L.; Sarce, A. (2009) "Estrategia pedagógica en los posgrados del área materiales del Instituto Sabato", *Primer Congreso Internacional de Pedagogía Universitaria/ Edit. Litwin [et al.]-1ra. Ed. Buenos Aires. Eudeba, Libro de Resúmenes ISBN 978-950-23-1682-6*, 195.

Sarce, A. (1995) "Introducción a la Ciencia de los Materiales", *IT 34/95. Actualizaciones 2002 y 2009*.

### Divulgación

En la serie: hojitas del conocimiento, ISBN: 978-987-1323-12-8

### Tema MATERIALES

Sarce, A. (2011) "Una mirada a la modelización matemática de fenómenos en tubos de presión". Enfoque: Profesional; pág. 45.

Sarce, A. (2016) "Una mirada al interior de los materiales". Enfoque: Público general; pág. 119.

Sarce, A. (2017) "Una mirada al grafeno desde el conocimiento de los metales". Enfoque: Universitario; pág. 175.

### ■ NOTAS

1 Comentario: Fue consejero de la AAPC.

2 Jorge Sabato: primer Jefe del Departamento de Metalurgia del CAC.

3 Ahora Metalurgia según lo aceptó la Real Academia Española.

4 Tomado de "Creador de la Metalurgia en CNEA o ¿Cómo hacer para crear un laboratorio de excelencia?". Dr. José Rodolfo Galvele. Página del Instituto Sabato

5 Idem

6 Albert Einstein escribió un artículo en los inicios de la publicación de la Revista que, en el mismo volumen, apareció escrito en español y en inglés: -Einstein A., Demonstration of the non-existence of gravitational fields with a non-vanishing total mass free of singularities, Revista de la Universidad Nacional de Tucumán, A2, (1941), 11.-Einstein A., Demostración de la no existencia de campos gravitacionales sin singularidades de masa total no nula, Revista de la Universidad Nacional de Tucumán, A2, (1941), 5. Einstein, Tucumán y el infinito | CienciaNet, Gaston Giribet, Investigador del Center for Cosmology and Particle Physics de New York University. Profesor de la UBA e Investigador Principal del CONICET.

También fueron publicados numerosos trabajos del Dr. Luis Santaló desde 1941 y en diferentes momentos, a lo largo de 40 años.

7 Desde su nacimiento, el festival se convirtió en una cita cultural y social que recibió, en las sucesivas ediciones, a artistas como el

hindú Ravi Shankar, Duke Ellington, el Cuarteto de Tokio, el violonista ruso Boris Belkin, la Camerata Bariloche, Astor Piazzolla, Mercedes Sosa, Martha Argerich, Bruno Gelber, Miguel Ángel Estrella, Sylvia Kersenbaum, Pia Sebastiani, Les Luthiers, entre otros miles que pasaron por sus escenarios.

8 Recristalización primaria: morfología obtenida después de deformar un metal y calentarlo por un tiempo suficiente en un horno.

9 La historia y las operaciones industriales de Propulsora Siderúrgica comienzan en Ensenada, Argentina, en el año 1969, cuando el grupo italo-argentino Techint instala allí una fábrica de laminado en frío de acero plano. En el período de las privatizaciones en el país, ese grupo adquirió (en 1992) la empresa estatal de acero Somisa que funcionaba, y sigue hoy funcionando, en el Partido de Ramallo, Provincia de Buenos Aires. Junto con Propulsora y otras empresas, se forma, entonces, la empresa privada Siderar. En 2005 Techint adquiere, además, Hylsa en México y, junto con Siderar y Sidor (de Venezuela), forma Ternium, que lleva al cambio de nombre de la empresa argentina a Ternium Siderar (Siderar SA). Finalmente, en 2017, Siderar SA aprueba, mediante Asamblea, el cambio de denominación social y, así, la inicial Propulsora Siderúrgica pasa a integrar actualmente el grupo Techint denominado Ternium Argentina.

10 Nucleoeléctrica Argentina (NASA): operadora de las centrales nucleares argentinas y encargada de la gestión de los proyectos nucleares del país.

11 La práctica que se menciona a continuación se lleva a cabo en el módulo de Introducción a la Ciencia de Materiales de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales, UNSAM-CNEA. Obtuvo: Primer Premio en el II Concurso Iberoamericano de Prácticas de Laboratorios sobre Educación en Ciencia de Materiales, organizado dentro

del III Taller Iberoamericano sobre Educación en Ciencia de los Materiales - TIECIM´ 02 – Madrid del 3 al 5 de julio de 2002. "DEFORMACIÓN PLÁSTICA EN METALES". P.Alonso, S.Balart, R.Castillo, G.Domizzi, E.Forlerer, R.Montero y A.Sarce. Instituto de Tecnología "Prof. Jorge A. Sabato" Universidad Nacional de General San Martín

- Comisión Nacional de Energía Atómica Av. General Paz 1499, B1650KNA San Martín, Pcia. de Buenos Aires, Argentina. e-mail : isabato@cnea.gov.ar - FAX: 54 11 6772 7404. (Basada en la práctica desarrollada por Vasallo y Ovejero García en 1971 [1] y actualizada en 1987 [2] y en 1997 [3]).