



## EL NACIMIENTO DE LA METALURGIA MODERNA EN ARGENTINA.

José Ovejero García

Investigador Consulto  
Comisión Nacional de Energía Atómica

### RESUMEN

*En este trabajo se muestran los hechos más importantes que dieron lugar al nacimiento de la Metalurgia Moderna en la Argentina. Los logros científicos, desarrollos tecnológicos, formación de recursos humanos, transferencia de tecnología en el área nuclear, la industria nacional y su impacto en nuestro país y en países hermanos de Latino América. Al final del mismo se hace un balance del esfuerzo realizado así como una breve mirada al futuro.*

### AGRADECIMIENTO

*Es muy importante comenzar este trabajo agradeciendo y reconociendo al Prof. Jorge Sabato, a sus discípulos y a todas y todos los trabajadores de la "vieja" y "nueva metalurgia" por la importante labor realizado a lo largo y ancho de nuestro País cuyos logros constituyeron un valioso aporte al desarrollo de la metalurgia y de los materiales en la Argentina contribuyendo, de este modo, a consolidar un país mejor.*

### INTRODUCCIÓN

La edad de los metales, que constituye una de las grandes etapas tecnológicas de la prehistoria, comenzó en medio oriente en el VI milenio a.C. La metalurgia es una actividad con una gran amplitud de aplicaciones prácticas, artísticas y tecnológicas. Durante muchísimo tiempo fue una disciplina empírica, descriptiva y artesanal. A pesar de ello, la metalurgia constituyó unos de los pilares fundamentales del desarrollo tecnológico mundial. Recién en la segunda mitad del siglo XX, sin perder sus cualidades de su inicio que la llevó a ser uno de los pilares del desarrollo industrial mundial, comenzó a ser una disciplina científica rigurosa.

Gracias a la determinación del rol importantísimo de los defectos cristalinos en las propiedades macroscópicas de los metales y sus aleaciones, y a desarrollos tales como la teoría de las dislocaciones, así como de la teoría de aleaciones, de la difusión, de la microscopía electrónica, etc., pasó de ser de una actividad esencialmente empírica y descriptiva a transformarse en una disciplina con fundamentos científicos cada vez más sólidos.



### JOSÉ OVEJERO GARCÍA

Licenciado en Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.

Doctor en Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.

Docteur Ingenieur (Spécialité Métallurgie Physique), Université de Paris-Sud, Orsay, Francia.

Jefe Grupo (División) Daño por Hidrógeno, CAC- CNEA. 1981- 2009.

Jefe del Departamento Materiales (actual Gerencia Materiales), CAC, CNEA 1996–2000.

Director Ingeniería en Materiales, Instituto Sabato, UNSAM-CNEA 2008 -2011.

Presidente de la SAM - Asociación Argentina de Materiales 2003-2005 y 2005-2007.

Profesor Titular Instituto de Tecnología Prof. Jorge Sabato 1993-2013.

Actualmente se desempeña como Investigador Consulto de la Comisión Nacional de Energía Atómica

Su labor como investigador y docencia la realiza en daño por hidrógeno, metalografía, vida residual y análisis de fallas.



La comprobación de la gran importancia de la microestructura sobre las distintas propiedades de los metales y sus aleaciones permitió determinar los métodos de fabricación (procesos y tratamientos térmicos) necesarios para determinar y obtener la microestructura requerida para su uso en servicio. Esto condujo también al desarrollo de nuevos procesos de fabricación, nuevos tratamientos térmicos y termomecánicos, nuevas aleaciones y nuevas técnicas para prevenir fallas y extender la vida útil de instalaciones industriales.

A pesar de quedar varios temas a resolver, los resultados de estos trabajos permitieron progresos tecnológicos muy importantes: desarrollo de aleaciones livianas para la aeronáutica, aceros inoxidable y microaleados, súper aleaciones, nuevas aleaciones de circonio y uranio para la industria nuclear, nanomateriales, etc. Nace así, una nueva metalurgia, la metalurgia científica, llamada también **Metalurgia Moderna** que, con sus principales herramientas, la física, la química y la matemática, permitió que los estudios se extendieron a los materiales no metálicos contribuyendo, de este modo, al nacimiento de la Ciencia de los Materiales. Por esto, podemos considerar a la Metalurgia como la Madre de la Ciencia de los Materiales.

Si nos centramos sólo en la Ciencia y Tecnología de los Metales y sus Aleaciones, su mundo es inmenso: industrias petroquímica, química, automotriz, satelital, telecomunicaciones, electrónica, aeronáutica, aeroespacial, nuclear, hidroeléctrica, eólica, solar, etc. Debido a la abundancia de los metales en la corteza terrestre, su bajo costo, sus excelentes propiedades mecánicas, sus aplicaciones en distintos ambientes en un amplio rango de temperaturas, su gran conductividad eléctrica y térmica, sus propiedades magnéticas y la posibilidad del desarrollo de nuevas aleaciones y procesos, permitió extender su rango de aplicaciones, por ejemplo, en reactores nucleares de fusión. La Metalurgia continuará siendo uno de los pilares del desarrollo tecnológico mundial. Asimismo, dentro de la gran variedad de metales y aleaciones se destacan los aceros. Debido a su bajo costo (un kilogramo de acero cuesta lo mismo que una botella de un litro de agua), la facilidad de modificar sus propiedades, el surgimiento de nuevos aceros y la gran posibilidad del desarrollo de nuevas aleaciones determina que los aceros sean las aleaciones de ma-

yor uso y es posible que sigan siendo en el futuro.

## LA METALURGIA MODERNA EN ARGENTINA, SU NACIMIENTO

Comenzaré este trabajo transcribiendo parte de las reflexiones del Profesor Jorge A. Sabato, creador, fundador y organizador del Departamento de Metalurgia de la CNEA publicadas en Ciencia Nueva en el año 1972.

*"En 1959 la CNEA y nuestro País atravesaban un situación muy difícil ("había que pasar el invierno") los sueldos se pagaban con retraso, no había un mango para gastos de operación, etc. La emigración de técnicos y científicos estaba en pleno auge.*

*Un país donde para la clase dirigente (cuando digo clase dirigente no me estoy refiriendo exclusivamente, insisto, a quienes ocupan las posiciones del poder político, me refiero al conjunto de personas, instituciones de toda índole que de alguna manera lideran o creen que lideran la sociedad), la ciencia y la técnica no forman parte de su estructura de valores."*

*¿Es posible hacer ciencia en un país en éstas condiciones?*

*En esto hay que tomar una decisión: vencerse que la crisis de la Argentina no es un estado patológico, anormal, transitorio: la crisis es el estado normal de la Argentina, lo fue durante estos últimos 40 años y lo será por mucho tiempo."*

*Es en esta Argentina donde debemos hacer ciencia.*

*Yo no tengo ganas de hacer el vano ejercicio de pensar que ciencia haría yo en el país que sueño, me preocupa mucho más saber cómo puedo hacer ciencia en un país que no me gusta cómo está pero que, final y fundamentalmente, es mi país y que siempre he considerado un privilegio particular habitar este país."*

*¿Qué debe hacer el Departamento de Metalurgia dentro de este contexto?*

*• "Debemos hacer ciencia porque hacer ciencia es nuestra razón de ser, la razón social de ser más allá de la razón individual.*

*• Debemos hacer metalurgia porque nos gusta y porque nos creemos capacitados para ello y porque, fundamentalmente, somos científicos comprometidos con nuestro país y queremos*



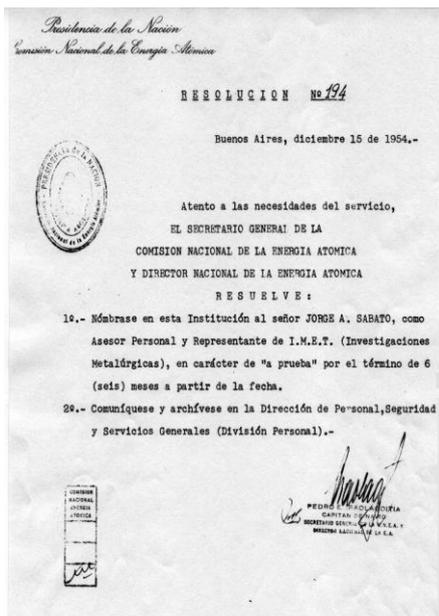
ayudar, aunque sea sólo un poquito, a cambiar la patética realidad presente”.

*Quince años de Metalurgia en la Comisión Nacional de Energía Atómica.* Jorge Sabato, Ciencia Nueva, No.15, pág. 7,1972.

### **Creación del Departamento de Metalurgia (hoy Gerencia de Materiales)**

El 31 de mayo del año 1950, durante el gobierno de Juan Domingo Perón, se crea la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), la Conea como es llamada por los “Antiguos”. Su misión es *“Asesorar a las autoridades nacionales en la definición de la política nuclear y llevar a cabo investigaciones y desarrollos tecnológicos que contribuyan a mejorar la calidad de vida del conjunto de la sociedad, siempre en el marco de los usos pacíficos de la energía nuclear”.*

Unos cinco años después, exactamente el 15 de diciembre del año 1954, la CNEA contrata al Profesor Jorge A. Sabato “a prueba” por seis meses, para organizar e instalar un laboratorio con capacidad de resolverlos problemas metalúrgicos referentes a los reactores nucleares. La organización de este laboratorio, futuro Departamento de Metalurgia, con Sabato como director durante 15 años, comienza a gestarse en enero de 1955.



**Figura1** Contrato del Prof. Jorge A. Sabato. Archivo fotos Gerencia de Materiales.

En este año 1955 además de la creación de este nuevo Departamento de Metalurgia, sucedieron dos hechos muy importantes íntimamente relacionados con su creación y que tuvieron como protagonistas a los integrantes del Departamento.

### **Creación del Instituto de Física (hoy Instituto Balseiro)**

El primero fue el 22 de abril cuando el gobierno nacional crea el Instituto de Física de Bariloche, siendo su primer director el Dr en Física José A. Balseiro con cuyo nombre fue rebautizado después de su muerte en 1962. Las tareas académicas comenzaron el 19 de agosto de ese mismo año. Sabato, quien colaboró con Balseiro en su creación, propuso que una de las especialidades fuese la Física de Metales. Tres años después egresaron los primeros físicos que se dedicaron a la metalurgia en la Argentina, y varios de ellos se incorporaron al Departamento de Metalurgia.

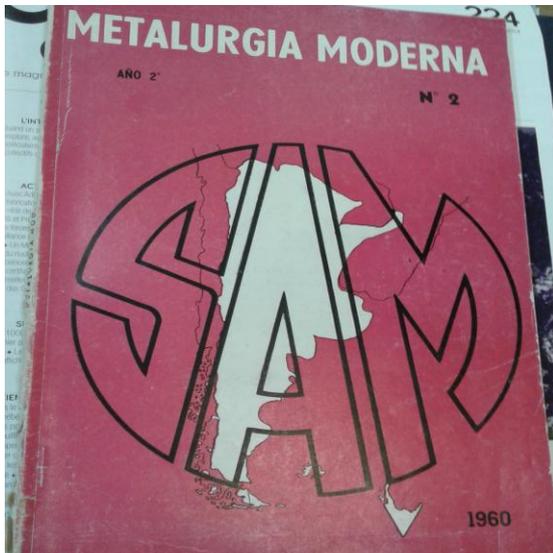
### **Creación de la Sociedad Argentina de Metalurgia (hoy SAM-Asociación Argentina de Materiales)**

Faltaba un ámbito de discusión y análisis de esta nueva metalurgia. Frente a esto un grupo de jóvenes profesionales dedicados a distintas disciplinas de la metalurgia, se reúnen para producir otro hecho importantísimo para el desarrollo de la metalurgia moderna en Argentina. El 20 de diciembre de 1955, reunidos en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, fundaron la SAM (Sociedad Argentina de Metalurgia), actual SAM-Asociación Argentina de Materiales.

Entre los objetivos de esta Institución se encuentran:

*“Promover el conocimiento y difusión de la ciencia de los materiales; fomentar, coordinar y orientar su estudio, investigación y enseñanza; vincular las personas que se dediquen a ella o se interesen en su desarrollo y propender al mantenimiento de un elevado carácter científico entre sus miembros.*

*Editar y/o subvencionar publicaciones, en forma de folleto o revista, de carácter técnico-científico destinadas a informar adecuadamente sobre las actividades desarrolladas y orientaciones de la asociación.”*



**Figura 2** Portada Metalurgia Moderna Año 2 N° 2, julio 1960. Archivo Gerencia de Materiales.

El primer congreso sobre metalurgia, organizado por la SAM con el nombre de Primeras Jornadas Metalúrgica, se realizó en noviembre de 1959, a sólo cuatro años de su fundación [8]. Más información ANEXO).

Veremos cómo era el desarrollo de la metalurgia en la Argentina en el momento de la creación del Departamento de Metalurgia.

En 1955 la metalurgia en nuestro país era una disciplina empírica, descriptiva y artesanal.

Si bien existían metalurgistas de la vieja escuela, algunos de ellos muy destacados, que habían resuelto problemas muy importantes en la industria o como profesores universitarios, no existía una metalúrgica organizada, sistemática y moderna en Argentina. Como se vio anteriormente, los conocimientos de esa nueva metalurgia que habían comenzado a desarrollarse unos años antes en Europa y los Estados Unidos, no habían llegado a nuestro país. Esta realidad afectaba al desarrollo tecnológico general del país y en particular al de su industria electromecánica y metalúrgica que, como sabemos, es el pilar fundamental para un desarrollo nuclear autónomo.



**Figura 3** Círculo de Lafone Quevedo. Archivo fotos Gerencia de Materiales. Placa metálica del Noroeste Argentino proveniente de Andalgalá, provincia de Catamarca, encontrada por el científico Lafone Quevedo a principios del siglo XX. Esta placa pertenece a la cultura Aguada y se remonta al año 700 de nuestra era. Se considera probable que el método de fabricación haya sido el de cera perdida. El material corresponde a un bronce con bajo tenor de estaño. Su tamaño es de 14 por 17 cm aproximadamente, con un espesor de 3 mm. Museo de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata.

La construcción y desarrollo de reactores de investigación y potencia presentan importantes y muy complejos problemas metalúrgicos que requiere personal conocimientos metalúrgicos del más alto nivel. Al no existir este personal en Argentina, el laboratorio a crearse no tenía donde apoyarse y por lo tanto debía construir sus propias bases. En otras palabras este nuevo Laboratorio de Metalurgia debía partir prácticamente de cero.

En aquellos laboratorios de primer nivel internacional, algunos resultados "básicos", que dieron lugar a importantes publicaciones científicas, fueron consecuencia de investigaciones "aplicadas" y ciertos problemas tecnológicos, muy prácticos, lograron ser resueltos gracias resultados de investigaciones "básicas".

Dentro de este contexto Sabato resolvió que el laboratorio a instalar debía ser en primer lugar un laboratorio CREADOR. Un laboratorio no

sólo con capacidad de resolver los problemas de metalurgia nuclear sino un laboratorio de investigaciones metalúrgicas capaz también de resolver problemas metalúrgicos de nuestro país.

Me parece muy importante conocer qué pensaba Sabato sobre Investigación básica y aplicada: *"Siempre he sido alérgico a la distinción entre investigación básica y aplicada. Cuando encuentro a algún amigo biólogo y le pregunto qué investigación hace, me contesta con orgullo: «¡Básica! Me dedico a cinética de membranas». A lo que le contesto que en realidad él hace fisicoquímica aplicada y que me sorprende que un gran investigador como él se satisfaga haciendo investigación aplicada.*

*Por supuesto el fisicoquímico que nos acompaña se enorgullece ante el planteo, pero a su vez se desconcierta cuando le hago notar que él hace termodinámica aplicada. El proceso se repite con el termodinámico que cree hacer investigación básica al dedicarse a desentrañar el concepto de entropía y en realidad hace epistemología aplicada; con el epistemólogo, que hace semántica aplicada y con el semántico, cuando el teólogo le hace notar que el lenguaje proviene de Dios.*

*Es decir que sólo al estudiar la naturaleza de Dios se hace investigación básica. Esto ya lo había dicho Pascal al plantear que Dios es el único problema que merece la atención del hombre, reflexión que lo indujo a dejar las matemáticas para dedicarse a la teología. De donde puede deducirse que la categoría A de la carrera del investigador del Consejo Nacional de Investigaciones debería estar reservada, con estricta justicia, a los teólogos".* Quince años de metalurgia en la Comisión Nacional de Energía Atómica", Jorge A. Sabato, Ciencia Nueva Año III, N° 15 marzo 1972, Buenos Aires.

Por este motivo, Sabato decidió que el laboratorio debía realizar Investigación básica y aplicada de primer nivel, indispensable para ayudar al país a adquirir capacidad de decisión autónoma en materia nuclear; formar recursos humanos de alto nivel, capacitados para resolver los complejos problemas metalúrgicos del ámbito nuclear y de la industria convencional; cooperar estrechamente con la industria electro-mecánica-metalúrgica argentina para hacer posible su máxima participación en el desarrollo nuclear nacional y promover y apoyar la metalurgia en diferentes lugares del país.

El laboratorio se inició sin metalurgistas. Sabato, su creador, era un excelente profesor de física. Sus conocimientos metalúrgicos los había adquiridos trabajando en el laboratorio, que él había fundado, de una empresa nacional dedicada a la fabricación de cobre y aleaciones.

Los primeros integrantes que incorporó Sabato para su laboratorio fueron: Nelly Ambrosis (ingeniera química), Carlos Aráoz (estudiante de química), Herald Biloni (ingeniero aeronáutico), Antonio José Carrea, Jorge Coll, Juan Carlos Di Primio (Licenciados en química), Jorge Kittl (ingeniero químico), Arnoldo Leyt (ingeniero civil), César Libanati, Jorge Mazza, (ingenieros químicos), Carlos Martínez Vidal y Oscar Wortman (ingenieros electromecánicos).



**Figura 4** Laboratorio de Metalurgia .Sede Central CNEA 1955 (un par de habitaciones de 4 por 4 y un sótano). Archivo fotos Gerencia de Materiales.

Debemos agregar un pequeño detalle, ninguno de ellos tenía conocimientos ni de la metalurgia tradicional y menos de la Moderna. Al poco tiempo de su ingreso, todos ellos fueron a adquirir los conocimientos básicos de la nueva metalurgia en laboratorios de primer nivel internacional. Ninguno de ellos fue a estudiar metalurgia nuclear sino temas centrales de la metalurgia.

Con respeto al entrenamiento del resto del personal se organizaron cursos internos que se centraron sobre los aspectos fundamentales de la nueva metalurgia. En ellos participaron científicos de primer nivel internacional el Dr. Robert Cahn (Inglaterra), el Dr. Paul Lacombe (Francia) y el Dr. Erich Gebhardt (Alemania).

La suma de todos estos importantes y fundamentales acontecimientos condujeron de ser la metalurgia una disciplina empírica, descriptiva y artesanal a una disciplina organizada, sistemática y científica rigurosa. **Nace así la Metalurgia Moderna en nuestro país, Madre de la Ciencia de los Materiales en Argentina.**



Figura 5 Vista del edificio Departamento Metalurgia 1956 .Archivo fotos Gerencia de Materiales.

En 1957 la CNEA tomó dos decisiones importantísimas. La primera, instalar un reactor nuclear de investigación. La segunda, la más importante en toda la historia de la CNEA, resolvió que ese primer reactor no iba a ser adquirido en el extranjero (como lo habían hecho Brasil, Venezuela, España, Pakistán, Turquía, etc.) sino que debía ser construido en el país.

A pesar del poco equipamiento disponible y la experiencia nula en elementos combustibles que tenía el Departamento, estas decisiones de la CNEA condujo al Departamento de Metalurgia a tomar la responsabilidad de fabricar los elementos combustibles de ese reactor. Esta decisión marcó el camino a seguir en el futuro. **A los nueve meses se cumplió el sueño, nació la criatura, el RA-1, primer reactor de investigación del hemisferio sur. Pilar fundamental para el desarrollo nuclear argentino.**



Figura 6 Reactor RA-1 [2,3].

El 20 de enero de 1958, con la presencia de las más altas autoridades nacionales, fue inaugurado el reactor RA-1. Su núcleo, íntegramente compuesto por elementos combustibles fabricados en la Argentina en el tiempo récord de nueve meses por los trabajadores del Departamento de Metalurgia. Con un agregado muy importante; la filosofía de ser un Departamento creador e innovador condujo a que las modificaciones introducidas durante el proceso de fabricación de los elementos combustibles, mejorasen sus propiedades. Estas modificaciones produjeron el interés de una firma alemana que tenía que fabricar elementos combustibles análogos para un reactor que se iba a instalar en Berlín. En agosto de ese mismo año los alemanes compraron el "know-how". **Por primera vez la Argentina exportó tecnología nuclear y nada menos que a un país desarrollado, Alemania.**

A partir de ese momento (1958) todos los elementos combustibles para los reactores de investigación son producidos en la CNEA.

En el año 1978 la CNEA exportaba su primer reactor de investigación RP-0 a Perú. Dicha exportación tuvo transcendencia internacional, como lo muestra este artículo aparecido en **Le Monde** el 18 de octubre de 1978.

l'Argentine se prepare ainsi, comme le souligne le *Washington Post*, à maîtriser l'ensemble du cycle nucléaire (1). Plus même, ayant vendu un réacteur de recherche au Pérou, et cherchant actuellement à en vendre un au Chili, l'Argentine serait, selon certains, sur la voie de se proposer comme « prestataire de services » (fourniture de technologie, retraitement « à la demande ») pour les pays qui en auraient besoin. Les pays en voie de développement, en particulier, trouveraient peut-être là un moyen d'échapper à la domination actuelle des grandes puissances nucléaires.

**Figura 7** Le Monde 18 de octubre 1978 (Artículo completo en el ANEXO).

### **Creación del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI)**

Como dijimos anteriormente, para tener un desarrollo nuclear autónomo es necesario tener un desarrollo tecnológico general del país y en particular el de su industria electromecánica y metalúrgica. A partir de esta premisa, en el año 1961, la CNEA con la Asociación de Industriales Metalúrgicos (ADIMRA) firma un convenio para crear el "Servicio de Asistencia Técnica a la Industria" (SATI). "Una ventana a la industria nacional".

A partir de ese momento, la CNEA pone sus conocimientos y su capacidad de investigación y desarrollo al servicio de la industria nacional, vincula la investigación nuclear con la realidad industrial del país y difunde el empleo de conocimientos, técnicas y equipos nucleares en la solución de problemas industriales.

En 1965 ya existía capacidad técnico-científica propia en Metalurgia en Argentina. Esto permitió a la CNEA realizar un estudio de preinversión para determinar la factibilidad técnico-económica de la instalación de una central nuclear de potencia para servir al área del Gran Buenos Aires-Litoral.

En febrero de 1968 un decreto autoriza a la CNEA a aceptar en principio la propuesta de una central nuclear de uranio natural, de 319.000 KW de potencia neta y a suscribir el correspondiente contrato antes del 1° de junio de 1968. La Central Nuclear Atucha I fue conectada al Sistema Eléctrico Nacional el 19 de marzo de 1974 y comenzó su producción comercial el 24 de junio de ese mismo año, convirtiéndose en la primera central nuclear de América Latina.

Con la compra de Atucha I se decide que los combustibles para la central iban a ser fabricados en el país. Para lograr este objetivo, el contrato de compra establecía la participación, en Alemania, de personal de la CNEA en el diseño y el acceso a la tecnología de fabricación de los elementos combustibles para la Central.



**Figura 8** Elemento Combustible CN Embalse [2,3].

El desarrollo de una capacidad técnico-científica propia en Metalurgia durante 13 años de trabajo, ha tenido importancia fundamental en esta decisión.

Merece ser destacado el rol importante que tuvo el SATI en la participación de la industria nacional en el desarrollo nuclear argentino. El Departamento de Materiales, a través del SATI, organizó un comité para relevarla capacidad industrial y asegurar la participación adecuada de la industria local.

A mediados de la década del 70, con el objeto de desarrollar las técnicas de fabricación y control de la línea de elementos combustibles para la primera central nucleoelectrica del país, se crean dos proyectos, el Proyecto Planta Piloto de Fabricación de Elementos Combustibles Nucleares para Atucha (PPFECNA) y el Proyecto Planta Piloto de Aleaciones Especiales (PPFAE). Estos dos proyectos dan como resultado, a comienzos de los 80, la inauguración de la Fábrica de Elementos Combustibles para Reactores de



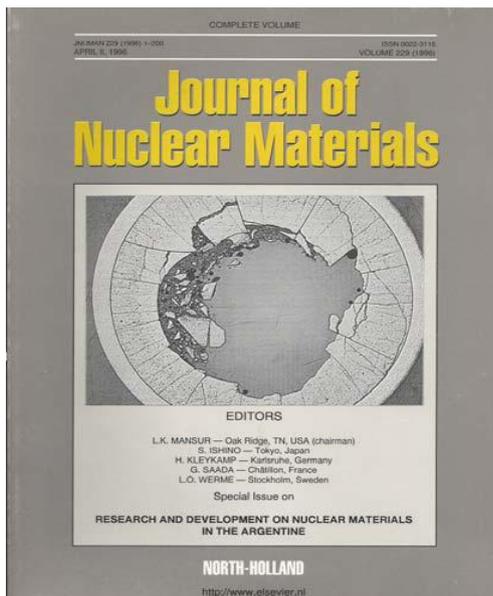
Potencia, Combustibles Nucleares Argentinos (CONUAR S.A.) y la Fábrica de Aleaciones Especiales (FAE S.A.),

**A partir de Atucha I todos los elementos combustibles de los reactores nucleares de potencia instalados en Argentina (Atucha I, Embalse, Atucha II) son de producción nacional.**

Además de estos importantes desarrollos, el Departamento de Materiales ha tenido una participación activa en la solución de problemas y prevención de fallas de los reactores nucleares y de otras instalaciones nucleares. Entre los que se destacan los importantes trabajos realizados para las Plantas de Agua Pesada, Experimental (PE-AP) e Industrial (PIAP). A esto se debe agregar la obtención de numerosas patentes

Para concretar los DESARROLLOS TECNOLÓGICOS descriptos anteriormente ha sido necesario contar con un excelente nivel de investigación básica y aplicada.

Desde la fundación del Departamento se publicaron numerosos trabajos en las revistas internacionales de mayor prestigio, entre los que se destaca un fascículo del Journal of Nuclear Materials (Vol. 229) del año 1996, dedicado a la investigación y desarrollo de materiales nucleares en la Argentina y donde el 60% de los trabajos corresponden al Departamento de Materiales.



**Figura 9.** Portada Journal of Nuclear Materials Volumen 229 (1996). [6].

También se publicaron libros y capítulos de libros. Los grupos de investigación del Departamento son reconocidos internacionalmente. Varios de sus miembros recibieron premios y distinciones nacionales e internacionales. Participan como jurados de tesis, concursos docentes, evaluadores de investigadores y proyectos de investigación (nacionales e internacionales), así como referís de revistas nacionales e internacionales.

**En lo referente a la Formación de Recursos Humanos (RRHH), la labor realizada por el Departamento en este tema ha sido IMPOR-TANTÍSIMA a nivel Nacional y Latinoamericano.** Recordemos que la formación de RRHH en el área de metalurgia comenzó con la creación del Instituto de Física (hoy Instituto Balseiro) de donde salieron los primeros físicos con conocimiento en metalurgia. Al mismo tiempo, los primeros profesionales del Departamento ellos fueron a adquirir los conocimientos básicos de la nueva metalurgia en laboratorios de primer nivel internacional y se contrataron a los científicos Dr. Robert Cahn, Dr. Paul Lacombe y el Dr. Erich Gebhardt para dictar cursos internos que se centraron sobre los aspectos fundamentales de la nueva metalurgia.

En el año 1962, con la participación de profesionales de universidades, centros de investigación y de empresas metalúrgicas de distintos países latinoamericanos, comienza el dictado de los Cursos Panamericanos de Metalurgia.



**Figura 10** Primer Curso Panamericano de Metalurgia 1962. Archivo Instituto Sabato.

En total se dictaron 10 cursos, el primero con el nombre de Curso Panamericano de Metalurgia Nuclear, los nueve restantes con el nombre de Curso Panamericano de Metalurgia. Eran de carácter intensivo con dedicación full-time y ten-



ían una duración de un año. El dictado de la mayoría de las materias estaba a cargo de personal del Departamento. También participaron investigadores del Balseiro, de Universidades Nacionales y profesionales de la industria.

Por períodos variables entre algunas semanas y algunos meses, distinguidos metalurgistas extranjeros han trabajado en el Departamento en tareas de investigación y en el dictado de distintas materias de los Cursos Panamericanos. Como vimos anteriormente, los primeros fueron el Dr. Robert Cahn (Inglaterra), el Dr. Paul Lacombe (Francia) y el Dr. Erich Gebhardt (Alemania). A estos debemos agregar, entre otros,; el Dr. Hubert AARONSON de la Ford Motor Co. , EE.UU, el Dr. Yves ADDA, del Centre d'Etudes-Nucleaires de Saclay, Francia, el Dr. Bernard B. ARGENT de la University of Sheffield, Gran Bretaña, el Dr. N. BIRKS de la University of Sheffield, Gran Bretaña, el Ing. Gerard BOHME, de Gesellschaft für Kernforschung, Karlsruhe, R.F. de Alemania, el Dr. F. BOLLING de la Ford Foundation, EE.UU. el Dr. Bruce CHALMERS, de la Harvard University, EE.UU, el Dr. G. CHADWICK de la University of Cambridge, Gran Bretaña, el Dr. Andre GUINIER de la Faculté des Sciences de Paris, Francia, el Dr. A.G. GUY de la University of Florida, EE.UU. el Dr. T.P. HOAR de la University of Cambridge, Gran Bretaña, el Dr. J.W. HONEYCOMBE de la University of Sheffield, Gran Bretaña, el Dr. W.H. IRVINE, U.K.A.E.A. , Gran Bretaña, el Dr. Ian Le MAY de la University of Saskatchewan, Canadá, el Dr. D. LIEBERMAN de la University of Illinois, EE.UU, el Dr. Richard FLINN de la University of Michigan, EE.UU., el Dr. J.W. CHRISTIAN de la University of Oxford, Gran Bretaña, el Dr. T.B. MASSALSKI del Mellon Institute, EE.UU., el Dr. Richard ORIANI de la U.S. Steel Research Lab., EE.UU., el Dr. J. PHILIBERT del I.R.S.I.D., Francia, el Dr. H. POLAKOWSKI del Illinois Institute of Technology, EE.UU., el Dr. R.W. NICHOLS, U.K.A.E.A., Gran Bretaña, el Dr. A.G. QUARRELL, University of Sheffield, Gran Bretaña, el Dr. John C. SCULLY, University of Leeds, Gran Bretaña, el Dr. CM. SELLARS de la University of Sheffield, Gran Bretaña, el Dr. Clarence ZENER, del Westinghouse Research Lab., EE.UU. ,el Dr. John WOOD Lehigh University, EE.UU. entre otros [1].

(\*) En el ANEXO se muestra un listado completo de estos científicos [1].

Esta capacitación, a nivel latinoamericano, continuó con el Programa Multinacional de Metalurgia (1975-1993) dentro del cual se desarrollaron proyectos de investigación, tesis de doctorado y cursos de posgrado en metalurgia de las mismas características del Curso Panamericano. Este se completó con el dictado de cursos de distintas especialidades de la metalurgia, en varios países de Latinoamérica por personal del Departamento.

Esto condujo a una verdadera integración en el área de la ciencia y tecnología de los metales en Latino América. Con esto se cumplió uno de los objetivos de Sabato, *"aportar un granito de arena al sueño de San Martín y Bolívar, la Patria Grande"*.

Es de destacar que, dirigidos por personal del Departamento de Metalurgia, estudiantes de grado y posgrado realizaron sus tesis de doctorado y de grado que fueron presentadas en distintas universidades nacionales: La Plata, UBA, Tucumán, CUYO (Balseiro), Rosario, del Sur, Córdoba, Mar del Plata, del Centro, COMAHUE entre otras.

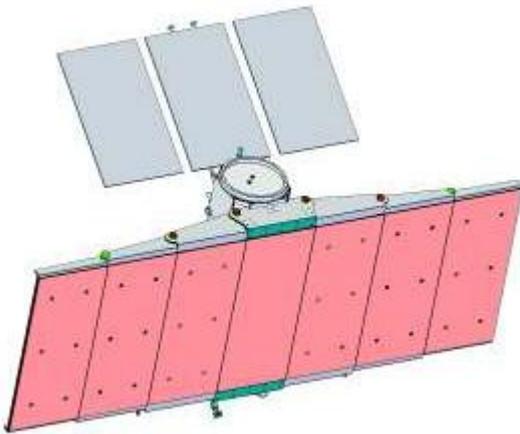
El Broche de Oro, de hasta larga trayectoria del Departamento en la FFHH, ha sido la creación del Instituto Sabato, convenio CNEA-UNSAM, en 1993. Sus actividades se iniciaron con la Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales continuando luego con la creación de la carrera de Ingeniería en Materiales en 1996.

Actualmente cuenta con posgrados en: Doctorado en Ciencia y Tecnología, Mención Materiales, Doctorado en Ciencia y Tecnología, Mención Física Doctorado en Astrofísica, Especialización en Ensayos No Destructivos y la Diplomatura en Materiales para la Industria Nuclear. Además de los alumnos del Instituto Sabato, concurren a cursar distintas materias, alumnos de Universidades Nacionales y extranjeras.

Los desafíos a los que se enfrenta la Gerencia Materiales en la actualidad, están relacionados con su participación en la resolución de temas de su incumbencia en proyectos prioritarios de la CNEA, como así también provenientes de otros organismos. Entre los primeros cabe mencionar el desarrollo de materiales para la separación isotópica de uranio por ultracentrifugación, la selección y calificación de componentes para la extensión de vida de la Central Nuclear Embalse, la selección de materiales para el

proyecto CAREM-25, la fabricación de aleaciones de uranio para la elaboración de elementos combustibles de reactores de potencia y de investigación, la selección de materiales para la fabricación de reactores de fisión de generación IV y evaluación y la selección de materiales para la construcción de los repositorios de residuos radioactivos, entre otros.

Dentro de las actividades relacionadas con colaboración con otros organismos de ciencia y técnica, se destaca la fabricación y evaluación de materiales compuestos para el satélite SAOCOM (colaboración con CONAE).



**Figura 11** Satélite SAOCOM en configuración de vuelo con la Antena SAR y los paneles solares desplegados. Pág. 25 [7].

Otros de los sueños de Sabato se cumplió, el nacimiento a lo largo y ancho de Nuestro País de centros de excelencia de investigación, formación de recursos humanos, desarrollos tecnológicos y transferencia en el área de materiales: U.N. Mar del Plata (INTEMA); U.N. Rosario (IFIR); U.N. Bahía Blanca (Fac. Ingeniería, PLAIQUIQUI, IMA, IFISUR); U.N. Cuyo (Inst. Balseiro); U.N. del Centro (IFIMAT); CNEA (CAB, CAC, CAE), U.N. Comahue (Fac. Ingeniería); U.N. Misiones (FCEQyN); U.N. La Plata (Fac. Ingeniería); UBA (Fac. Ingeniería y FCEyN); UN Del Litoral (CEMEC, ITEC); UN Río Cuarto (Fac. Ing.); U.N. Córdoba (FAMAF, Ingeniería); UTN (en va-

rias Facultades Regionales); U.N. Tucumán (FCEyT); UNSAM (Inst. Sabato, Escuela de Ciencia y Tecnología); CENTROS CIENTÍFICOS TECNOLÓGICOS CONICET (VARIOS INSTITUTOS); Centro de Investigación Industrial (CINI), Tenaris, ALUAR.

La idea de Sabato de instalar un laboratorio de investigaciones metalúrgicas CREADOR, con capacidad de resolver los problemas de metalurgia nuclear y capaz también de resolver problemas metalúrgicos de nuestro país. De transferir estos conocimientos a las universidades y a la industria dejó huellas profundas en el ambiente científico y en la industrial nacional. Así es que surgieron entes como INVAP, CONAE, Y-TEC.

La creación de:

1 - Departamento de Materiales: Investigación y Desarrollo Científico Tecnológico; Formación de Recursos Humanos a nivel Nacional y Latinoamericano.

2 - SATI: CNEA pone sus conocimientos y su capacidad de investigación y desarrollo al servicio de la industria nacional.

3 - SAM: Ámbito de discusión y análisis de esta nueva metalurgia, constituyeron los Pilares del Nacimiento de la Metalurgia Moderna, madre de la Ciencia de Materiales, en la Argentina .

Estos tres pilares condujeron a:

- Logros muy importantes, de trascendencia internacional, en ciencia y tecnología nuclear: exportación de reactores de investigación, fabricación de elementos combustibles para reactores de potencia, desarrollo del CAREM, reactor de potencia (en construcción )
- El nacimiento, a lo largo y ancho de Nuestro País, de centros de excelencia de investigación en materiales
- Fuerte impacto en la industria metalúrgica nacional
- Desarrollos trascendentes en la industria aeroespacial: construcción de satélites.
- Importantes formación de Recursos Humanos a nivel nacional y regional.

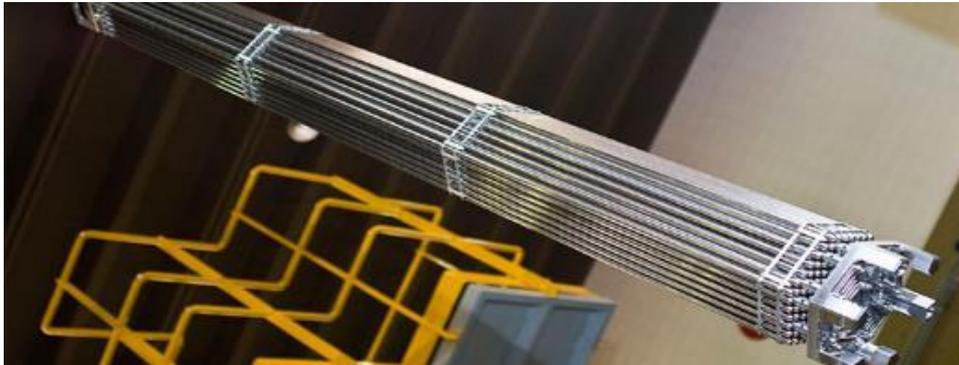


Fig.12 Elemento combustible CAREM-25 [2,3].

La experiencia mundial nos muestra que las mejores armas para luchar eficazmente contra la violencia, la desocupación y la pobreza son la educación, la cultura y fundamentalmente la investigación y desarrollo tecnológico. Para que un país tenga futuro, estos tres pilares deben ser prioridades absolutas del Estado.

Todo está preparado para dar el gran paso y concretar el final que soñó Sabato y creo, todos compartimos, el de la Ciencia y Tecnología Nacional para tener una ARGENTINA con futuro

Como dijo Jorge Sabato:

***“Debemos hacer ciencia porque hacer ciencia es nuestra razón de ser, la razón social de ser más allá de la razón individual. Debemos hacer metalurgia porque nos gusta y porque nos creemos capacitados para ello y porque, fundamentalmente, somos científicos comprometidos con nuestro país y queremos ayudar, aunque sea sólo un poquito, a cambiar la patética realidad presente”.*** [4].

## AGRADECIMIENTOS

**El primer lugar a mi País, la Argentina, por haberme dado una Educación Pública de excelencia y otorgarme la posibilidad de trabajar en el ámbito de la investigación científica y la docencia.**

A la COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA de Argentina, por todo lo que me aportó durante estos casi 50 de trabajo, y en particular a:

La Gerencia de Materiales, donde desarrollé toda mi carrera como investigador en ciencia y tecnología de materiales.

El Instituto Sabato, por haberme dado la posibilidad de contribuir a la formación de jóvenes profesionales en esta área.

**Muy especialmente al Dr Miguel Iporhski por su minucioso trabajo de revisión y valiosas sugerencias**

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Actividades de la Gerencia de Tecnología: 1955-1972.
- [2] CNEA-<https://www.cnea.gov.ar/es/>.
- [3] <https://www.cnea.gov.ar/es/tecnologia-nuclear/reactores-de-investigacion/introduccion/> Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. Del Libertador 8250 (C1429BNP) Ciudad de Buenos.- Aire , Argentina, Tel: (+54 11) 4704-1000, [consultas@cnea.gov.ar](mailto:consultas@cnea.gov.ar).
- [4] Jorge A. Sabato ,Quince años de metalurgia en la Comisión Nacional de Energía Atómica, Ciencia Nueva, Año III , N° 15 marzo 1972 , Buenos Aires.
- [5] Preste, Dominique, Ciencia, dinero y política. Ensayo de Interpretación, 1ª ed. Buenos Aires. Nueva Visión, 2005, p.192. Traducción de Ricardo Figueira (ISBN 950-6002-501-0).
- [6] José Ovejero García, "Sesenta años de Materiales en CNEA: su impacto en la ciencia y tecnología Argentina", Revista SAM, Octubre 2015, Vol.2, N°2, p.17. [www.materiales-sam.org.ar](http://www.materiales-sam.org.ar), Asociación Argentina de Materiales (ISSN 1668-4788).
- [7] M. Ghiselli, A. Lorenzo, N. Belinco, N. H. Quiroz, S. Terlisky, A. Hazarabedián, E. Forlerer, H. Garonis, H. Dhers, G. Di Pascuale, M. Sacchi, C. Belinco, Comisión Nacional de Energía Atómica, "Proyecto Antena Radar de Apertura Sintética" La revista de la CNEA, Año XVI N° 63/64 – Julio /Diciembre 2016, p. 23.
- [8] Metalurgia Moderna ,Año 2,N° 2 ,1960



## ANEXO

### Jorge Sabato

Profesor de Física. Autor junto a Alberto Maiztegui del libro "Introducción a la Física", un clásico de los colegios secundarios argentinos y de varios países latinoamericanos. Estudios de post-grado en la Universidad de Birmingham; Gran Bretaña (1957). Investigador Asociado en la Universidad de Stanford, EE.UU (1963). Jefe de la División Metalurgia (1955-1958). Jefe del Departamento de Metalurgia (1958-1960). Gerente de Tecnología (1960-1969). Miembro del Club de Roma. Asesor del Pacto Andino. Asesor de la OEA. Asesor del BID.

**Listado Completo de Expertos Extranjeros desde 1955 a 1972 [1].** Actividades de la Gerencia de Tecnología :1955-1972.

- Dr. Hubert AARONSON Ford Motor Co., EE.UU.
- Dr. Yves ADDA, Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay, Francia.
- Dr. Manfred AHLERS, CAB,CNEA
- Dr. J.M. ALEXANDER, Imperial College, Gran Bretaña.
- Dr. Roland APPS\* The College of Aeronautics, Cranfield, Gran Bretaña.
- Dr. Alberto ARANTES, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil.
- Dr. Bernard B. ARGENT University of Sheffield, Gran Bretaña.
- Dr. P.N. ARUMUGHAM, C.E.N. E., India
- Dr. William BALDWIN, Case Institute of Technology, EE.UU.
- Dr. A. BAR-OR, Comisión Nacional de Energía Atómica, Israel.
- Dr. G. BERANGER Ecole des Mines, Francia.
- Dr. Jacques BENARDt Ecole Nationale Supérieure de Chimie, Francia.
- Dr. J. BERNARDS Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay, Francia.
- Dr. N. BIRKS, University of Sheffield, Gran Bretaña.
- Dr. T. BLEWITT, Argonne National Laboratory, EE.UU.
- Dr. W. BOAS, University of Melbourne, Australia.
- Dr. H. BOHM InstitutfürReaktorwerkstoffe, República Federal de Alemania.
- Ing. Gerard BOHME, GessellschaftflirKernforschung, Karlsruhe, R.F. de Alemania.
- Dr. F. BOLLING, Ford Foundation, EE.UU.
- Dr. J. BOUDOURESQUE, Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
- Dr. R. BHAGG, Lockheed Missiles and Space Co., EE.UU.
- Dr. Trevor BROOM, Central Electricity Generating Board, Gran Bretaña.
- Dr. L. M. BROWN, University of Cambridge, Gran Bretaña.
- Dr. P. BUNSHÁHt ,University of California, EE.UU.
- Dr. J. BURKE, General Electric Research Lab., EE.UU.
- Dr. H. BRODY, University of Pittsburgh, EE.UU.
- Dr. Gerard CABANE, Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
- Dr. Robert W. CAHN, University of Sussex, Gran Bretaña.
- Dr. Philip C. CLAPP Copper Corp., Massachusetts, EE.UU.
- Dr. G. COLE Ford Motor Co., EE.UU. ï
- Dr. N. CABRERA, University of Virginia, EE.UU.
- Dr. Hans CONRAD University of Kentucky, EE.UU.
- Dr. Harry E. COOK Ford Research Lab., EE.UU.
- Dr. Luis CORREA Da SILVA, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil.
- Dr. Pierre COULOMB, Faculté des Scieces de Toulouse, Francia.
- Dr. G. CHADWICK, University of Cambridge, Gran Bretaña.
- Dr. Bruce CHALMERS, Harvard University, EE.UU.
- Dr. V.A. CHANDRAMOULI, Bhabha Atomic Research Centre, Bombay, India.
- Dr. Vicente CHIAVERINI, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil.
- Dr. Chaim CHISWICK, Argonne National Laboratory, EE.UU..
- Dr. J.W. CHRISTIAN University of Oxford, Gran Bretaña.
- Dr. D. DAUTTREPPE, Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
- Dr. Werner DEBRAY, Siemens AG, República Federal de Alemania.
- Dr. J. De FOUQUET Universidad de Poitier, Francia.
- Dr. Roger DELMAS Centre d'EtudesNucleaires de Grenoble, Francia.



- Ing. J. DEVIS, CAMECA, Francia.
- Ing. Jacobo DIAZ, Junta de Energía Nuclear, España.
- Dr. I. DIEHL, Max Planck Institut, República Federal de Alemania.
- Dr. R. DODDS, British Nuclear Fuel Limited, Gran Bretaña.
- Dr. M. DONER, Kentucky University, EE.UU.
- Dr. John DORN, University of California, EE.UU.
- Dr. M. ENGLANDER, Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
- Dr. Sigfried ENGLER, Giesserei Institut, Aachen, República Federal de Alemania.
- Dr. P. FAVRE, Ecole des Mines, Francia.
- Dr. Ralph FEDER, Frankford Arsenal, EE.UU.
- Dr. C. E. FELTNER, Ford Motor Co., EE.UU.
- Dr. Richard FLINN, University of Michigan, EE.UU.
- Dr. Didier de FONTAINE, University of California, EE.UU.
- Dr. Frank FOOTE, Argonne National Laboratory, EE.UU.
- Dr. Baptista GARGIONE Filho, ITA<sup>CTA</sup>, Brasil.
- Dr. Erich GEBHARDT, Max Planck Institut, República Federal de Alemania.
- Dr. S. S. GILL, University of Manchester, Gran Bretaña.
- Dr. C. GIBBONS, Case Institute of Technology, EE.UU.
- Dr. Alfred GOLDBERG, US Naval Postgraduate School, EE.UU.
- Dr. Mario P. GOMEZ, Lockheed Missiles and Space Co., EE.UU.
- Dr. Michael J. GORINGE, University of Oxford, Gran Bretaña.
- Dr. G. GREENWOOD, University of Sheffield, Gran Bretaña.
- Dr. Daniel GROS, Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, Francia.
- Dr. Andre GUINIER, Faculté des Sciences de Paris, Francia.
- Dr. Edward M. GURTTN, Carnegie-Mellon University, EE.UU.
- Dr. A.G., GUY, University of Florida, EE.UU.
- Dr. P. GUYOT, Centre de Recherches, JP.echiney, Francia.
- Dr. G.T. HAHN, Battelle Memorial Institute, EE.UU.
- Dr. D.B. HALLIDAY, U.K.A.E.A., Gran Bretaña. j
- Dr. Bryan HARRIS University of Sussex, Gran Bretaña. •
- Dr. Henry HAUSNER, Brooklyn Politechnic Institute, EE.UU. l
- Dr. Julius HARWOOD, Ford Motor Co., EE.UU.
- Dr. K.F.L. HEINRICH, National Bureau of Standards, EE.UU.
- Dr. J. HILLAIRET, Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, Francia.
- Dr. M. HILLERT, Royal Institute of Technology, Suecia.
- Dr. A.W.D. HILLS, Royal School of Mines, Gran Bretaña.
- Dr. J.D. HISLOP, Rolls Royce Co., Gran Bretaña.
- Dr. T.P. HOAR, University of Cambridge, Gran Bretaña.
- Dr. J.W. HONEYCOMBE, University of Sheffield, Gran Bretaña.
- Dr. J. HOWE, Cornell University, EE.UU.
- Dr. W.H. IRVINE, U.K.A.E.A., Gran Bretaña.
- Dr. Naum JOEL, Centro de Investigaciones en Cristalografía, Chile.
- Dr. K. KALLSTROM, Sandvik Steelwork, Suecia.
- Dr. Richard KIEFFER, University of Vienna, Austria.
- Dr. Kenneth KINSMAN, Ford Motor Co., EE.UU. l
- Dr. Victor KONDIC, University of Birmingham, Gran Bretaña |
- Dr. S.T. KONOBEESVSKI, Academy of Sciences, U.R.S.S.
- Dr. 1.1. KOHNILOV, Academy of Sciences, V.B.S.S.
- Dr. Werner KOSTER, Max Planck Institut, República Federal de Alemania.
- Dr. Jerome KRUGER, National Bureau of Standards, EE. UU.
- Dr. Paul LACOMBE, Ecole des Mines, Francia.
- Dr. P. LANCASTER, University of Bradford, Gran Bretaña.
- Dr. Alan D. Le CLAIRE, Atomic Energy Research Establishment, Gran Bretaña.
- Dr. Ian Le MAY, University of Saskatchewan, Canada.
- Dr. F. LENEL, Rensselaer Polytechnic Institute, EE.UU.
- Dr. D. LIEBERMAN, University of Illinois, EE.UU.
- Dr. S. LIPSON, Frankford Arsenal, EE.UU.
- Dr. Robert MADDIN, University of Pennsylvania, EE.UU.
- Mr. Alec Mc.EACHERN, Atomic Energy of Canada Limited, Canada.



- Dr. J .F . MARINE, Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
- Dr. JeanM. MARTIN, Universidad de Grenoble, Francia.
- Dr. T.B. MASSALSKI, Mellon Institute, EE.UU.
- Dr. J. MERHAR, U.S. Army Materials Research Lab., EE.UU.
- Dr. D. MILNER, University of Birmingham, Gran Bretaña. ]
- Dr. A.K. MUKHERJEE, University of California, EE.UU.
- Dr. P. MURRAY, U.K.A.E.A., Gran Bretaña.
- Dr. R.W. NICHOLS, U.K.A.E.A., Gran Bretaña.
- Dr. Robert NOLAND, Argonne National Laboratory, EE.UU.
- Dr. H. OLLIER, Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
- Dr. Richard ORIANI, U.S. Steel Research Lab., EE.UU.
- Dr. E. PARKER, University of California, EE.UU.
- Dr. H. PAXTON, Carnegie Institute of Technology, EE.UU.
- Dr. J. PHILIBERT, I.R.S.I.D., Francia.
- Dr. A.S. PLAIL, Atomic Energy Research Establishment, Gran Bretaña.
- Dr. Jean PLATEAU, I.R.S.I.D., Francia.
- Dr. H. POLAKOWSKI, Illinois Institute of Technology, EE.UU.
- Dr. Horace POPS, Essex Wires and Tubes, Pittsburgh, EE.UU.
- Dr. N. PROMISEL, Navy Department, EE.UU.
- Dr. A.G. QUARRELL, University of Sheffield, Gran Bretaña.
- Dr. Yves QUERÉ, Centre d'Etudes Nucleaires, Francia.
- Dr. N. REED, U.S. Army Materials Institute, EE.UU.
- Dr. C.J. RENKEN, Argonne National Laboratory, EE.UU.
- Dr. J.S. RINEHART, Mining Research Lab., Colorado School of Mines, EE.UU.
- Dr. A.B. RITCHIE, U.K.A. E.A., Gran Bretaña.
- Dr. André L. ROBİLLARD, Centre d'Etudes Nucleaires de Caradache, Francia.
- Dr. UgoROCCA, C.N.E.N., Italia.
- Dr. G.W. ROWE, University of Birmingham, Gran Bretaña.
- Dr. G. SAADA, Facultad de Ciencias de Lille, Francia.
- Dr. E. SALT KOVITZ, Office of Naval Research, EE.UU.
- Dr. John C. SCULLY, University of Leeds, Gran Bretaña.
- Dr. D.J. SCHMATZ, Ford Motor Co., EE.UU.-
- Dr. Gunther SCHOECK, Max Planck Institut, Alemania y Westinghouse Research Lab.EE.UU.
- Dr. Alfred SEEGER, Max Planck Institut, República Federal de Alemania.
- Dr. CM. SELLARS, University of Sheffield, Gran Bretaña.
- Dr. R.S. SHARPE, U.K.A.E.A., Gran Bretaña.
- Dr. OlegSHERBY, Stanford University, EE.UU.
- Dr. A. SMALLMAN, University of Birmingham, Gran Bretaña.
- Dr. Cyril SMITH, Massachussets Institute of Technology, EE.UU.
- Dr. Roger W. STAEHLE, University of Ohio, EE.UU.
- Dr. M. STEIMBERG, Lockheed Missiles and Space Co., EE.UU.
- Dr. R. STEVENSON, Stanford University, EE.UU.
- Dr. Cecil STONE, Argonne National Laboratory, EE.UU.
- Dr. A.H. SULLY, The British Steel Casting Research Ass, Gran Bretaña.
- Dr. M. TANEMBAUM, Bell Laboratories, EE.UU.
- Dr. C. THOMAS DE MO NTFREVILLE, Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay, Francia.
- Dr. E. THOMSEN, University of California, EE.UU.
- Dr. William A. TILLER, Oxford University, Gran Bretaña.
- Dr. S. VALENCIA, U.S. Army Materials Research, EE.UU.
- Dr. J.L. WALKER, General Electric Research Lab., EE.UU.
- Dr. W.E. WALLACE, University of Pittsburgh, EE.UU.
- Dr. Ben A. WILCOX, Battelle Memorial Institute, EE.UU.
- Dr. J. WISTREICH, British Iron and Steel Research Association, Gran Bretaña.
- Dr. J. WITTKÉ, Centro de Investigaciones de Cristalografía, Chile.
- Dr. Hans WOLFF, SoderforsBruk, Suecia.
- Dr. John WOOD, Lehigh University, EE.UU.
- Dr. J.H. WOODHEAD, University of Sheffield, Gran Bretaña. ]
- Dr. Robert WYLIE, Southwest Research Institute, EE.UU. f
- Dr. G. WYON, Ecole des Mines, Francia.



- Dr. H.J. ZECH, Kernforschungszentrum Karlsruhe, República Federal de Alemania. *j*
- Dr. Clarence ZENER, Westinghouse Research Lab., EE.UU.

### **REACTORES EXPORTADOS Y EN CONSTRUCCIÓN**

Reactor RP-0 de Perú, Reactor RP-10 de Perú, Reactor NUR de Argelia, Reactor ETRR-2 de Egipto, Reactor OPAL de Australia

Reactor PALLAS Holanda ( Argentina ganó la licitación)

### **REACTORES DE INVESTIGACIÓN ARGENTINOS**

RA-1, RA-3 ,RA-6, RA-8, RA-0, RA-4 ,RA-10 ( EN CONSTRUCCIÓN)

Artículo completo de Le Monde (18 de octubre de 1978).



## Delegaciones Extranjeras a las Primeras Jornadas Metalúrgicas

**Alemania:**

Dr. H. Walde.  
Dr. Günter Schoeck.

**Brasil:**

Prof. Francisco Maffei.  
Dr. Tharcisio de Souza Santos.  
Ing. Alberto A. Arantes.  
Dr. Luiz Correa da Silva.

**Chile:**

Dr. Gunther Joseph.  
Dr. David Fuller.  
Ing. Hernán Poblete.  
Ing. Aguirre Tupper.

**E.E.U.U.:**

Dr. Mael Melvin.

**Suecia:**

Dr. Folke Johansson.

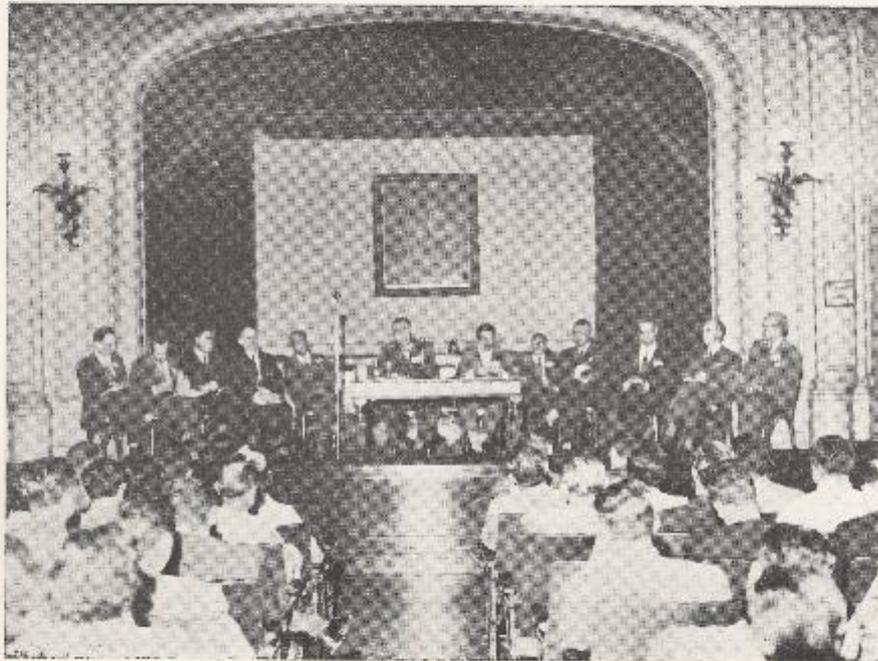
**Uruguay:**

Ing. Antonio Fernández López.  
Ing. Alfonso Gaggero Orozco.

**Venezuela:**

Dr. William Blessing.  
Ing. Gonzalo Castro Fariñas.

### Notas Gráficas sobre las Jornadas



15 DE NOVIEMBRE:

En el salón de actos de la SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA, el Presidente de la SOCIEDAD ARGENTINA DE METALES, Ing. D. Antonio E. Sturla, declara inauguradas las Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas.