

Quince años de metalurgia en la Comisión Nacional de Energía Atómica

Jorge A. Sábato

Hace unas pocas semanas en el Centro de Investigaciones Atómicas de Karlsruhe (Alemania Occidental) llegó a feliz término una experiencia de singular importancia para el desarrollo tecnológico argentino: después de varios meses de irradiación continua hasta alcanzar una tasa de irradiación de 5.000 MW-días/toneladas, se extrajo del reactor MZFR (de 50.000 kW de potencia, a uranio natural-agua pesada) el primer elemento combustible de potencia manufacturado en la Argentina. Como se sabe, desde 1957 a la fecha todos los elementos combustibles de los reactores nucleares de investigación instalados en la Argentina han sido fabricados en el país (en el Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica) pero este elemento que estuvo produciendo energía en el reactor alemán MZFR no es un elemento combustible de investigación sino de potencia y por eso su fabricación en la Argentina representa un avance significativo dado que las exigencias de calidad y performance en un reactor de potencia son muy superiores a las que corrientemente se presentan en un reactor de investigación. El elemento argentino se comportó normalmente durante la operación del reactor y el primer examen de postirradiación mostró que no se había alterado su integridad mecánico-metalúrgica.

Para evaluar los alcances de esta experiencia CIENCIA NUEVA entrevistó a Jorge A. Sábato que fundara el Departamento de Metalurgia de la CNEA en 1955 y fuera su director durante 15 años.

C. N.: ¿Qué puede usted decirnos de lo realizado en el reactor alemán MZFR?

J. A. S.: En primer lugar, que estoy más contento que un pibe al que le hubiesen regalado el disfraz de Batman, porque el éxito de esa experiencia es la culminación de una pila de años de laburo tenaz, frustrante, desgastador; de un laburo de hormiga, de todos los días y de cada día, que apenas se ve y que en el curriculum, según el modelo oficial, agrega menos que una carta al editor de una revista de segundo orden, pero eso sí extranjera.

C. N.: ¿En qué reside la importancia de la experiencia?

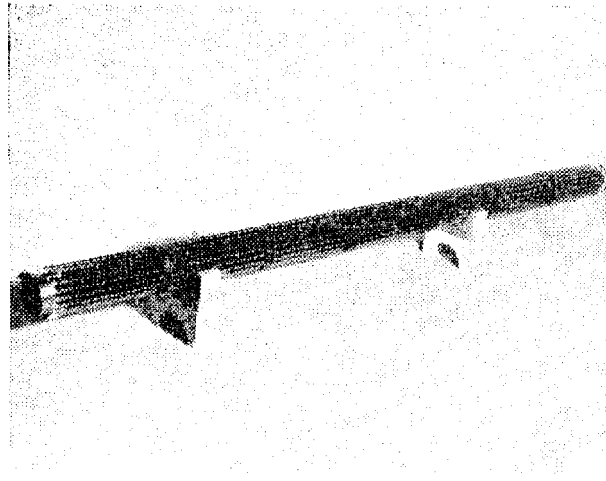
J. A. S.: En varias cosas:

a) Ante todo, en el hecho en sí: cuando se irradia un elemento combustible en un reactor de potencia,

esa es la hora de la verdad para los metalurgistas que lo fabricaron. "En el arco no hay tu tía" dicen los muchachos en las tribunas. "En el canal del reactor se juega el partido" dicen los metalurgistas porque allí, produciendo potencia, el combustible está sometido a las más severas condiciones, que no se pueden reproducir "en frío" (es decir, fuera del reactor). Todo puede haber andado excelentemente bien hasta ese momento pero sólo la irradiación dice si el combustible sirve o no sirve.

b) Luego, importa destacar que el combustible no sólo fue fabricado en la Argentina sino que la tecnología empleada en su fabricación fue desarrollada en la Argentina. Si bien el diseño del elemento era alemán—por razones lógicas, ya que tenía que ser utilizado en un reactor determinado y por lo tanto debía ser igual a los otros elementos que constituyen el núcleo del reactor— no se importó ninguna de las diversas técnicas necesarias para su fabricación. No significa esto que se emplearon solamente técnicas originales nuestras, inventadas en nuestro propio laboratorio, sino que se usaron también técnicas de uso general especialmente adaptadas para el problema específico.

c) Hubo además otra novedad: el elemento para el



Elemento combustible producido en el país y utilizado en el reactor MZFR. Consta de 37 barras de 1,87 metros de longitud, con un peso total de 70 kilogramos. Cada barra es, en realidad, un tubo de zircaloy relleno con 152 pastillas de óxido de uranio. Realizó un trabajo de 5.540 megawatt-día por tonelada.

MZFR fue fabricado en estrecha colaboración con una industria argentina, SIAM Electromecánica. Se hizo así no porque SIAM tuviese experiencia en metalurgia nuclear (en realidad no tenía ninguna) sino para comenzar a interesar a la industria argentina en lo que va a ser —en pocos años— un gran negocio: la fabricación de combustibles para las usinas atómicas (Atucha, por ejemplo, va a consumir más de 2,5 millones U\$ por año de combustible durante los 25-30 años de su vida útil).

c) La experiencia es una nueva demostración de que hemos alcanzado uno de los objetivos que el Departamento de Metalurgia se impuso hace ya 17 años: ayudar al país a tener capacidad autónoma de decisión en materia de combustibles nucleares. Ya lo habíamos hecho en el pasado en todo lo referente a combustibles para reactores de investigación y también en la discusión de los contratos de Atucha. Pero este elemento combustible significa un instrumento poderoso en esa capacidad de decisión.

d) También la experiencia representa una etapa importante en el logro de otro de los objetivos del Departamento: dar al país capacidad de diseño y de producción de sus combustibles nucleares. La capacidad de decisión debe ser acompañada por una capacidad de realización para que el país pueda tener una política autónoma y soberana en este espinoso campo de la energía nuclear. La capacidad de producción la hemos ejercido plenamente —pero en escala piloto— en los cuatro reactores de investigación (RA-0, RA-1, RA-2 y RA-3) que la CNEA ha construido en la Argentina, ya que todos los elementos combustibles empleados en esos reactores fueron fabricados en el Departamento de Metalurgia. Dicho sea de paso, en cada uno de esos tipos de elementos hemos introducido alguna técnica original desarrollada por nosotros: un nuevo método de co-extrudar aluminio-óxido de uranio en

las placas del elemento del RA-1; un nuevo método de producir la aleación uranio-aluminio por reducción directa del hexafluoruro de uranio; un nuevo método de co-laminar aluminio con aluminio para la producción de las placas del elemento del RA-3, etc. Donde estamos flojos todavía es en nuestra capacidad de diseño puesto que sólo hace algún tiempo que se ha comenzado con los primeros trabajos en esa dirección.

e) *Last but not least*, la experiencia en el MZFR es una demostración acabada del éxito de la estrategia de inversión que ha guiado el desarrollo del Departamento de Metalurgia desde su creación. Se ha podido arribar a algo tan contundente como un elemento combustible que funciona bien en un reactor de potencia, porque la ideología que ha servido de sustento a tantos años de trabajo ha sido una ideología correcta. Una vez más se ha probado aquello de que para obtener sólidos resultados concretos nada mejor que disponer de un etéreo conjunto de ideas abstractas!

C.N.: Díganos algo más sobre esa estrategia que usted califica de exitosa. Sus comentarios nos interesan ya que, como usted sabe, uno de los temas más discutidos actualmente entre los investigadores es el que se refiere al tipo de investigaciones que hay que realizar en nuestro país, sus posibilidades, sus limitaciones, etc.

J. A. S.: Por cierto que contestaré a su pedido pero lamentablemente para Ud —y para la mayoría de sus lectores— no tendré más remedio que contar buena parte de la historia del Departamento de Metalurgia porque, como se verá, esa estrategia fue el resultado de decisiones que debimos adoptar en distintos momentos de nuestra historia. Más precisamente: frente a disyuntivas concretas, la estrategia nos ayudó a decidir pero a su vez estas decisiones enriquecieron y fortalecieron la estrategia. Este circuito de realimentación estrategia-disyuntiva-estrategia-disyuntiva, etc., nos permitió construir un instrumento de decisión eficiente.

Comencemos por la primera decisión de importancia, que fue la que tuvimos que adoptar en enero de 1955 cuando la CNEA nos contrató para organizar lo que luego fue el Departamento de Metalurgia. La CNEA sabía más o menos lo que quería: instalar un laboratorio capacitado para resolver los problemas referentes a combustibles nucleares. Si bien en ese momento no se había adoptado aún ninguna decisión referente a la instalación de reactores de investigación o de potencia, se sabía que en algún futuro no muy lejano eso iba a ocurrir; además la CNEA había comenzado a producir uranio e incluso había instalado en Ezeiza una planta piloto para la fabricación de lingotes de uranio metálico.

Frente a esta necesidad concreta, aparentemente lo que había que hacer era muy sencillo: copiar alguno de los buenos laboratorios de metalurgia nuclear existentes en el mundo (como Argonne en EE.UU., Harwell en Gran Bretaña, Saclay en Francia, etc.), enviar becarios a esos centros y contratar expertos en metalurgia nuclear que nos enseñaran a trabajar en esa disciplina.

Nosotros analizamos el problema con nuestra propia concepción y en función de los datos de nuestra realidad y llegamos a una solución radicalmente diferente: para resolver los problemas de metalurgia nuclear de la CNEA y de nuestro país no debíamos instalar un labo-

ratorio específicamente de metalurgia nuclear sino un laboratorio de investigaciones metalúrgicas capaz, por supuesto, de resolver los problemas nucleares, pero capaz también de resolver problemas metalúrgicos mucho más generales.

¿Por qué tomamos decisión tan poco ortodoxa?:

a) En primer lugar, porque decidimos que nuestro laboratorio debería ser un laboratorio creador. Por cierto que de entada no tendríamos más remedio que copiar, pero debíamos hacerlo sabiendo que esa era sólo una etapa en un camino que nos debía conducir a desarrollos originales. Para hacer posible esa tarea de creación era menester construir una base de conocimientos científico-técnicos lo más amplia y sólida posible de manera de poder enfocar problemas específicos con amplitud de miras. Si alguien se encierra en un marco estrecho y circunscripto, es muy poco probable que pueda emplear a fondo su capacidad creadora.

En consecuencia decidimos ver la metalurgia nuclear como una rama de la metalurgia y en particular definir a un metalurgista nuclear como aquel metalurgista que aplica sus conocimientos a la solución de problemas nucleares, y lo hará tanto mejor cuanto mejor sea su base técnico-científica en metalurgia. Para nosotros no se podía, por ejemplo, estudiar la recristalización del uranio sin conocer la recristalización en general; laminar elementos combustibles sin dominar el tema de la laminación y más aún el de la deformación plástica; soldar el tapón de cierre de un elemento combustible sin conocer a fondo teoría y práctica de la soldadura, etc. Entiéndase bien: no es que no se pueda soldar un elemento combustible si no se conoce la teoría general; por cierto que sí y a lo mejor se lo suelda mejor sin el contrapeso de ese conocimiento; pero lo que es casi seguro es que sin esa infraestructura de conocimiento sólido y profundo será muy poco probable que se pueda *crear* en soldadura.

Debe además tenerse en cuenta que hace 17 años —cuando tuvimos que resolver el problema— la metalurgia estaba recién emergiendo de la profunda revolución que, comenzada en la década del 40, la había transformado de una actividad esencialmente empírica y descriptiva en una disciplina con fundamentos científicos cada vez más sólidos (gracias a desarrollos tales como la teoría de las dislocaciones, teoría de aleaciones, teoría de la difusión, microscopía electrónica, etc.). Creímos entonces que era muy importante formarnos en esta “nueva metalurgia”, tan diferente de la del pasado y tan promisoría para fundamentar desarrollos tecnológicos futuros, particularmente en aquéllas tecnologías que, como la nuclear, no tenían pasado.

b) Pese a todo lo anterior podríamos habernos circunscripto a un laboratorio de metalurgia nuclear si hubiese entonces existido en el país un buen laboratorio de metalurgia en el que podríamos habernos apoyado para sustentar nuestro trabajo en el conocimiento y experiencia de ese laboratorio. Pero el mismo no existía: en verdad, en 1955 la metalurgia no existía en la Argentina como disciplina académica. Esto no significa que no hubiese metalurgistas, claro que los había, y varios de ellos realmente buenos, que en la industria habían resuelto problemas importantes; había también algunos laboratorios discretamente equipados e incluso en la Universidad de La Plata se podía seguir un curso de post-grado en ingeniería metalúrgica. Pero no había ac-

tividad metalúrgica académica en el sentido orgánico; ni siquiera había una sola persona en todo el país dedicada full-time a la investigación metalúrgica. La universidad no producía doctores ni licenciados en metalurgia, ningún físico trabajaba en teoría de metales y los pocos ingenieros egresados de La Plata o de universidades extranjeras trabajaban en la industria o en laboratorios de control como los laboratorios de los ferrocarriles, el de Obras Sanitarias, el Lemit, etc.

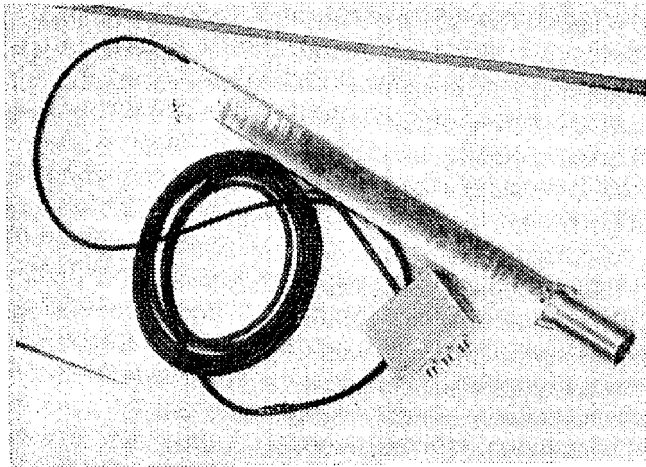
En consecuencia, nuestro laboratorio no tenía donde apoyarse y por lo tanto debía construir sus propias bases. Por eso nos propusimos no sólo realizar nuestra propia actividad metalúrgica sino promover y apoyar la metalurgia en diferentes lugares para lograr con el tiempo que se convirtiese en la actividad académica que merecía ser (yo siento repugnancia por la palabra “académica” pero no tengo más remedio que usarla en el sentido de describir con ella una actividad científica organizada y continua, realizada en laboratorios, centros de investigación, facultades, etc., y expresada a través de cursos, conferencias, trabajos científicos, seminarios, simposios, etc.).

Otra consecuencia de esta ausencia de la metalurgia en nuestras universidades fue que nuestro laboratorio se inició sin metalurgistas, comenzando por el que habla, que no era metalurgista profesional sino de oficio (hecho a mano) que tenía entonces tres años y medio de trabajar en el laboratorio (que también había fundado) de una empresa local dedicada a la fabricación de cobre y aleaciones de cobre. Incorporé entonces a un ingeniero electromecánico (Martínez Vidal), a un ingeniero aeronáutico (Biloni), a varios ingenieros químicos (Mazza, Libanati, Nelly Ambrosis, Kittl), a un ingeniero civil (Leyt) a tres licenciados en química

Los locos de la prensa

“A mediados del 57 una misión norteamericana visitó la CNEA cuando en nuestro laboratorio estábamos trabajando —con Jorge Mazza— con una prensa de mano, en el prototipo de elemento combustible del RA-1.

En el momento que los visitantes entraron a nuestra pieza, yo bombeaba en la prensa y Mazza sostenía con una pinza la matriz de extrusión. Cuando nos preguntaron qué hacíamos, contestamos, con toda desenvoltura, que el primer ensayo para el prototipo de elemento combustible del reactor RA-1. No contestaron y se fueron. Poco tiempo después Quihillalt me contó que el jefe de la misión norteamericana pidió hablar con él y le dijo: “Usted tiene en una pieza dos tipos que juegan con una prensa a mano y que están totalmente locos. Lo que le sugiero es que los eche lo antes posible”.



Elemento combustible para el reactor RA-3 instrumentado.

(Coll, Carrea y Di Primio), a un estudiante de química (Aráoz), a otro ingeniero electromecánico (Wortman), etc., de los cuales ninguno sabía una letra de metalurgia. Doy sus nombres, porque son los nombres de los que hicieron el Departamento de Metalurgia de la CNEA, los miembros de esa *murga* (este fue el término que usó el *establishment* científico para designar a un grupo donde nadie era discípulo de nadie) cuyo capitán era un advenedizo profesorcito de física, único título profesional que conseguí a duras penas hace 24 años.

c) Pero había algo más todavía: para desarrollar la energía nuclear en un país no basta con la metalurgia nuclear en el sentido estrecho de la metalurgia de los combustibles nucleares. En una central de potencia, por ejemplo, hay problemas mecánico-metalúrgicos de primera importancia (como lo acaba de demostrar una vez más la construcción del recipiente de presión del reactor de Atucha) que nada tienen que ver con uranio o zirconio y sí con aceros, soldadura, forja, fisuras, etc. No se puede pensar que el país adquiera capacidad en la industria nuclear si no la tiene en su industria electromecánica-metalúrgica; ésta es la que debe alimentar a aquélla, es su base de sustentación, es su punto de partida natural. Por lo tanto decidimos que nuestro laboratorio debería estar capacitado para prestar apoyo científico-técnico a toda esa industria y ayudarla a alcanzar los altos niveles de calidad y eficiencia que son imprescindibles para realizar obras nucleares. Nuestro horizonte de problemas iba mucho más allá del uranio y los elementos combustibles y debíamos estar preparados para tales responsabilidades.

Estas fueron entonces las principales razones de lo que he llamado nuestra decisión heterodoxa, que se la presentamos a las autoridades de la CNEA en la siguiente forma: nosotros asumimos el compromiso de satisfacer todas las necesidades en metalurgia nuclear que nos planteara la CNEA; contra ese firme compromiso, solicitamos la más completa libertad para elegir el camino que nosotros creyésemos más conveniente para cumplirlo, por heterodoxo que ese camino pareciera a los observadores externos. "A no alarmarse si muchas

d... no tienen aparentemente nada que ver con combustibles nucleares u otros temas de metalurgia nuclear: nosotros satisficemos vuestras demandas, pero por favor respeten nuestra estrategia."

Las autoridades de la CNEA aceptaron este planteo, y lo respetaron a lo largo de toda la historia del Departamento. Más aún, lo apoyaron, y fue gracias a esa comprensión y a ese apoyo que pudimos hacer lo que hicimos. Es cierto que nosotros siempre cumplimos celosamente nuestro compromiso de satisfacer las demandas de la CNEA en materia de metalurgia nuclear, pero creo verdaderamente que es lo menos que pudimos haber hecho frente a un compromiso que nosotros mismos habíamos propuesto.

C.N.: Para comprender mejor el planteo ¿cuáles fueron las principales consecuencias prácticas de su aceptación por parte de CNEA?

J. A. S.: Como usted verá de inmediato, muchas y muy variadas. Así por ejemplo, con respecto al entrenamiento de personal los primeros cursos internos que organizamos se centraron sobre los aspectos fundamentales de la metalurgia, los becarios que enviamos al extranjero no fueron a estudiar metalurgia nuclear sino temas centrales de la metalurgia, y los primeros expertos extranjeros que contratamos (R. Cahn de Inglaterra, P. Lacombe de Francia y E. Gebhardt de Alemania) vinieron a dictar clases sobre esos mismos problemas. Todo el entrenamiento estaba inspirado en la filosofía de preparar metalurgistas en el sentido amplio y por eso mismo, de entrada, al par que se seguían cursos y se leían los primeros libros que comenzaban a llegar a la biblioteca, comenzamos a trabajar experimentalmente en problemas que por supuesto no fueron elegidos en función de su importancia nuclear, sino de su interés metalúrgico general y mucho más de la posibilidad concreta de estudiarlos con los muy precarios medios de que entonces disponíamos, todos amontonados en un par de habitaciones de 4 por 4 y un sótano muy poco confortable. En esto de no preocuparnos demasiado por estudiar metalurgia nuclear de manera específica fuimos un poco exagerado, tanto que los responsables de haber fabricado todos los elementos combustibles de investigación a lo largo de la historia del Departamento (Mazza, Martínez Vidal y Aráoz) nunca tomaron un solo curso de nuclear (Mazza, que en 1957 dirigió el equipo que fabricó los primeros elementos combustibles argentinos ni siquiera había visto un elemento combustible en su vida: recibió entrenamiento metalúrgico en Birmingham (Inglaterra) trabajando en fatiga de metales).

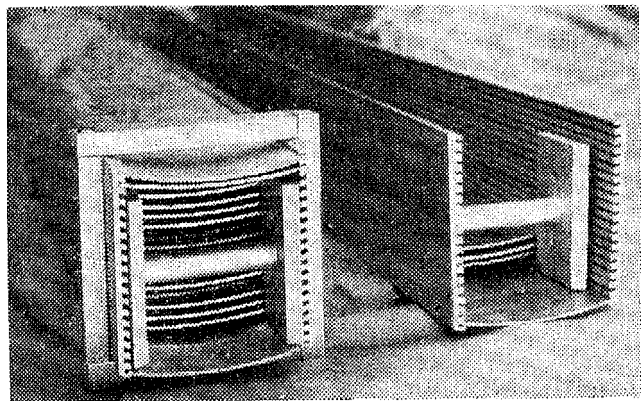
Otra consecuencia importante de nuestra decisión fue la de equipamiento de los laboratorios: máquinas, equipos e instrumentos fueron adquiridos teniendo en cuenta el objetivo de poder atacar problemas muy diversos por lo que el énfasis estuvo nuevamente en la variedad y flexibilidad mucho más que en la especificidad. En cuanto a los edificios, nos metimos donde pudimos y es así que terminamos usando unos galpones que en Constituyentes habían sido construidos para depósitos y que por lo tanto no eran muy funcionales para trabajos de investigación y desarrollo. Dimos a los edificios tercera prioridad, y a los hombres primera prioridad.

Finalmente apoyamos desde el principio actividades metalúrgicas en otros centros —por ejemplo dictando cursos en las facultades de Ciencias y de Ingeniería— y promovimos la formación de la Sociedad Argentina de Metales.

C.N.: ¿Qué intervención les cupo en la creación del Instituto de Física de Bariloche?

J. A. S.: Tuvimos mucho que ver, en primer lugar porque el entonces director nacional de la CNEA —capitán Iraolagoitia— quería que el instituto a crearse en Bariloche fuese un Instituto de Metalurgia; me opuse a ello (en los archivos de la CNEA debe estar el memorandum que le envié a Iraolagoitia) porque entendí que los metalurgistas que queríamos formar no podían estar alejados de la industria metalúrgica; sin embargo como íbamos a necesitar metalurgistas con una muy sólida base en Física propusimos que si se creaba un Instituto de Física —que era la propuesta de Balseiro— una de las especialidades fuera la de Física de Metales. Y así ocurrió: el instituto comenzó a funcionar el 19 de agosto de 1955 y tres años después egresaron los primeros licenciados en física especializados en metales. Desde esa fecha mantuvimos estrecha colaboración con Bariloche tanto en su programación y equipamiento como en proveer de un importante lugar de trabajo a muchos de sus egresados.

Algo más sobre esto de los físicos y la metalurgia: en el grupo inicial de nuestro Departamento no había ningún físico —excepto yo, que apenas era “un físico de tercera”—: no pudimos conseguir ninguno, no sólo porque entonces no había muchos sino porque para los físicos nuestro programa no tenía *status*, la metalurgia era una disciplina de segunda y los metalurgistas una especie de “chapistas” de la ciencia. Por eso decidimos colaborar activamente en la “fabricación” de nuestros propios físicos. La situación ha cambiado notablemente, por supuesto, y creo que en la actualidad el Departamento de Metalurgia es uno de los centros que emplea más físicos en todo el país.



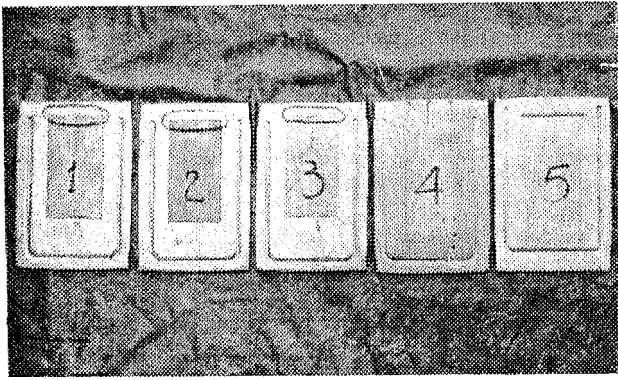
Dos etapas de armado de la caja de elementos combustibles para el reactor RA-3.

C.N.: Volvamos a la estrategia. ¿Cuándo fue la primera vez que pusieron a prueba la receta de llegar a lo nuclear vía lo no nuclear?

J. A. S.: Tuvimos la gran suerte que en abril de 1957 nos enfrentamos con un problema muy importante, que de lejos excedía nuestra capacidad tanto en instalaciones como en entrenamiento. Téngase en cuenta que entonces teníamos apenas dos años de antigüedad... En esa fecha la CNEA tomó dos decisiones: en primer lugar, la de instalar su primer reactor nuclear de investigaciones; pero mucho más importante (yo creo que fue la decisión más importante en toda la historia de la Comisión ya que sus consecuencias filosóficas señalaron el camino a seguir), 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. En el Departamento de Metalurgia resolvimos de inmediato que nosotros debíamos fabricar los elementos combustibles de ese reactor a pesar de nuestro equipamiento ridículo y nuestra experiencia nula en elementos combustibles (y en muchas otras cosas más, por supuesto). Cuando anunciamos nuestra decisión y comenzamos a realizar los primeros trabajos, hubo mucha gente que nos calificó de locos e irresponsables. Por suerte hubo alguien que creyó en nosotros y nos apoyó decididamente hasta el extremo de ayudarnos a superar algunas de nuestras propias dudas: fue Quihillalt, entonces presidente de la CNEA, que asumió toda la responsabilidad de jugar el destino de ese reactor (que no sólo iba a ser el primero de Argentina sino el primero de Latinoamérica) a los elementos fabricados por nuestra “murga”. El 20 de enero de 1958 el reactor RA-1 fue inaugurado con toda pompa y su núcleo estaba íntegramente compuesto por elementos combustibles fabricados en la Argentina en el tiempo récord de nueve meses. Como usted ve un final feliz, a la Hollywood, Pero esta historia tiene un epílogo aún más feliz: en la fabricación de esos elementos —cuyo diseño era americano— introdujimos algunas modificaciones fundamentales que reducían el tiempo de producción y garantizaban la constancia de ciertas propiedades (en particular el espesor del aluminio); insistió en que estos fueron desarrollos originales nuestros, consecuencia de nuestra filosofía de copiar pero crear al mismo tiempo. Lo cierto es que ese “know-how” interesó a una firma alemana que tenía que fabricar elementos combustibles análogos para un reactor que se iba a instalar en Berlín, y en agosto de ese mismo año nos compró el “know-how”. Así fue que por primera vez Argentina exportó tecnología nuclear y nada menos que a Alemania.

C.N.: Sigamos con su historia. ¿Cuál fue la segunda disyuntiva en la que debieron tomar una decisión fundamental?

J. A. S.: Fue en 1959, cuando la CNEA y el país atravesaban una 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... y... es... a... n... n... u... g... , t... nosotras fuimos tentados a emigrar (a causa del trabajo con los elementos combustibles del RA-1 si bien en el país no nos conocía nadie y el establishment científi-



Desarrollo de las técnicas de sellado para la laminación por enmarcado de las placas tipo MTR.

co seguía dándonos la espalda, habíamos ganado cierto prestigio internacional). Debimos entonces responder a ciertas preguntas y las respuestas que dimos determinaron nuestro desarrollo futuro:

a) ¿Por qué hacíamos Metalurgia: por la Metalurgia misma o porque podía servir en algo al desarrollo del país?

b) ¿Tenía algún sentido hacer Metalurgia en un país cuya estructura económica era "agro-importadora" (en la jerga de la época) fuertemente dependiente de intereses extranjeros? (Muchos nos decían que era ridículo proponerse hacer nada menos que Metalurgia antes de liquidar la dependencia).

c) ¿Se podía hacer Metalurgia en un país en crisis? ¿No habría quizá que esperar "tiempos mejores"? Mientras tanto podríamos emigrar, capacitarnos para mejor servir al país del futuro y de paso hacer unos mangos...

d) ¿Qué objetivos permanentes debería tener el Departamento de modo de no depender de lo que al respecto decidiese la CNEA que en esos momentos no era capaz de definir sus propios objetivos? (Muchos decían que como la CNEA era un despelote, no se podía trabajar, ya que nadie decía qué es lo que había que hacer.) Debátimos arduamente entre nosotros y nos respondimos de la siguiente manera:

Hacemos Metalurgia porque nos gusta y porque nos creemos capacitados para ello, pero la hacemos en la Argentina porque somos intelectuales comprometidos con nuestro país y queremos ayudar a cambiar esta patética realidad presente; nuestra ayuda más eficiente, como intelectuales, consiste en primer lugar en conocer a fondo el pedazo de la realidad que nuestra capacidad profesional específica nos permite estudiar, y luego —con base en ese conocimiento serio y objetivo— promover y apoyar todos los cambios que favorezcan al desarrollo argentino. El conocimiento metalúrgico es un instrumento para el cambio, siempre, claro está, que se trate de conocimiento idóneo: pocas cosas han sido más dañinas en este largo tránsito hacia una nueva y gloriosa nación que los entusiastas chantapufis que han creído que para cambiar la realidad lo único que se necesita es un buen slogan nacional y popular.

En cuanto a la dependencia económica, hacer Metalurgia es justamente una de las formas de luchar contra

esa dependencia: en la medida a que aumentamos el potencial técnico-científico aumentaremos nuestra capacidad de decisión. Por supuesto que no liquidaremos la dependencia solamente haciendo Metalurgia: hay muchas otras cosas que hacer, y probablemente mucho más importantes, pero creo que es tiempo que cada uno haga lo que mejor puede y sabe. Esperar a liquidar la dependencia para luego comenzar a hacer nuestros deberes me parece una de las formas más peligrosas de escapismo. Claro que se dice que con la dependencia no se pueden hacer cosas importantes. Como aquel pragmático inglés del cuento mi respuesta es: "Mi puede...".

Algo similar se puede decir con respecto a la imposibilidad de hacer cosas mientras el país está en crisis. En esto hay que tomar una decisión: convencerse que la crisis argentina no es un estado patológico, anormal, transitorio; la crisis es el estado normal de la Argentina, lo ha sido durante los últimos 40 años y lo más probable es que lo siga siendo por muchos años más. Es en esta Argentina en la que hay que hacer Metalurgia; esperar a que el país se arregle, es otra forma de escapismo. Además, hacer Metalurgia es luchar contra algunas de las causas de la crisis y, por lo tanto, en la medida que lo hagamos bien ayudaremos a superar la crisis, aunque sólo sea un poquito...

Con respecto a los objetivos del Departamento, resolvimos que si la CNEA no era capaz de definirlos, ello no nos eximía de nuestra propia responsabilidad, porque al fin de cuenta nosotros éramos los metalurgistas de CNEA y se supone que deberíamos ser capaces de determinar las metas de nuestro propio trabajo (y de todas maneras, si no lo hacíamos nosotros, ¿quién diablos lo iba a hacer?). En consecuencia dijimos: el Departamento de Metalurgia debe hacer Metalurgia al más alto nivel (su meta debe ser convertirse en uno de los mejores laboratorios de Metalurgia del mundo, por pretenciosa y disparatada que pueda parecer tal proposición) y con esa Metalurgia ayudar a la construcción de una sociedad plural, libre y democrática en una nación justa y soberana.

Tradujimos luego estos objetivos generales al campo de la energía nuclear: desarrollar todo el conocimiento metalúrgico necesario para ayudar al país a adquirir capacidad de decisión autónoma en materia nuclear; además, desarrollar la metalurgia nuclear hasta permitir al país tener capacidad propia de producción y diseño de elementos combustibles; finalmente, cooperar estrechamente con la industria electro-mecánica-metalúrgica argentina para hacer posible su máxima participación en el desarrollo nuclear nacional.

Estas respuestas nos llevaron a ciertas decisiones personales importantes: en primer lugar, la de no emigrar en ninguna circunstancia, salvo naturalmente que nos echaran a patadas, en cuyo caso la emigración se llamaría exilio; en segundo lugar, la de trabajar full-time en la CNEA a pesar de que en esa época el full-time no se pagaba (imposible hacer un gran laboratorio si uno se la pasa changuendo de un lado a otro).

Desde entonces, todo el mundo fue full-time en el Departamento de Metalurgia; y ninguno de sus miembros emigró pese a que la gran mayoría estuvo en el exterior más de una vez y en muchos casos ocupando temporalmente posiciones importantes (profesor asociado, profesor visitante, investigador senior, investigador asociado, consultor, etc.).

C.N.: Ya hemos visto cómo resolvieron el dilema Metalurgia vs. Metalurgia nuclear. ¿Cómo enfrentaron el otro dilema más general: investigación básica vs. investigación aplicada?

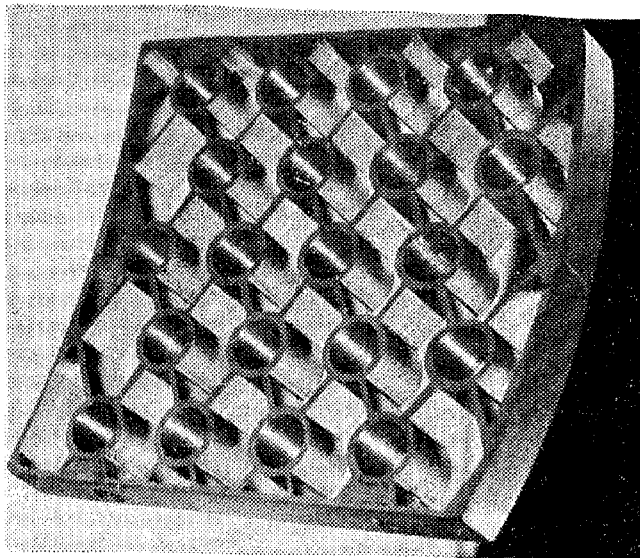
J. A. S.: Me gustaría mucho analizar en profundidad este dilema, pero lamentablemente necesitaría para ello todo un reportaje especial porque el problema presenta multitud de aspectos. Simplemente le diré cómo lo resolvimos nosotros: en su momento decidimos que el tal dilema es un falso dilema, porque creemos que epistemológicamente no hay diferencia esencial entre un tipo de investigación y el otro; además la Metalurgia necesita los resultados de ambas. Una investigación tan "básica" como la propagación de una dislocación a velocidades cercanas a la del sonido en una aleación super-ordenada puede ser tan necesaria —y conducir eventualmente a resultados muy "prácticos"— como una tan "aplicada" como el de la calidad de la pintura que hay que aplicar a una lingotera para que el linote de r -

no se pegue. En nuestro Departamento algunos resultados "básicos" importantes fueron consecuencia de investigaciones "aplicadas" y ciertos problemas muy prácticos fueron resueltos gracias a que alguien supo estudiarlos con mentalidad "básica". Una consecuencia práctica importante de esta actitud es que no introdujimos diferencia alguna —en status, sueldo, derechos y deberes— entre los investigadores en función de que se ocupasen o no de un cierto tipo de problemas. Cuando se nos preguntaba si hacíamos investigación básica o aplicada, respondíamos que hacíamos investigación y punto, agregando a veces que por supuesto tratábamos que esa investigación fuese buena y útil.

Durante años, esta posición fue muy clara; sin embargo creo que en los últimos tiempos y fundamentalmente a consecuencia de la confusión existente en este tema en el resto de la comunidad científica, el personal del Departamento de Metalurgia comienza a tener serias dudas al respecto; ojalá las puedan resolver antes que se produzcan daños irreparables, porque una posición equivocada conducirá a una crisis ideológica y por supuesto, sin ideología correcta ese Departamento, hoy tan poderoso, se irá al diablo.

C.N.: ¿Qué hicieron con la industria electro-mecánica-metalúrgica?

J. A. S.: En 1962 con la colaboración de Manuel de Miguel (entonces de la comisión directiva de la Asociación de Industriales Metalúrgicos) creamos el SATI (Servicio de Asistencia Técnica a la Industria) que ya lleva atendidas más de 500 consultas técnicas de la industria. Sería muy largo analizar los éxitos y fracasos del SATI (que de los dos tuvimos, e importantes) y valdría la pena dedicarle un artículo completo, sobre todo porque el SATI ha sido una experiencia original, y no sólo en Argentina: hace un par de años los ingleses decidieron transformar buena parte de Harwell en una suerte de gran SATI (es interesante leer el folleto descriptivo de esta nueva organización inglesa, porque parece copiada de lo que nosotros publicamos hace ya ocho años; claro que con la manía de falsificar la historia que tenemos en la Argentina y con nuestro conocido complejo colonial no dudo que dentro de algunos años algún argentino demostrará que el SATI fue una copia de lo



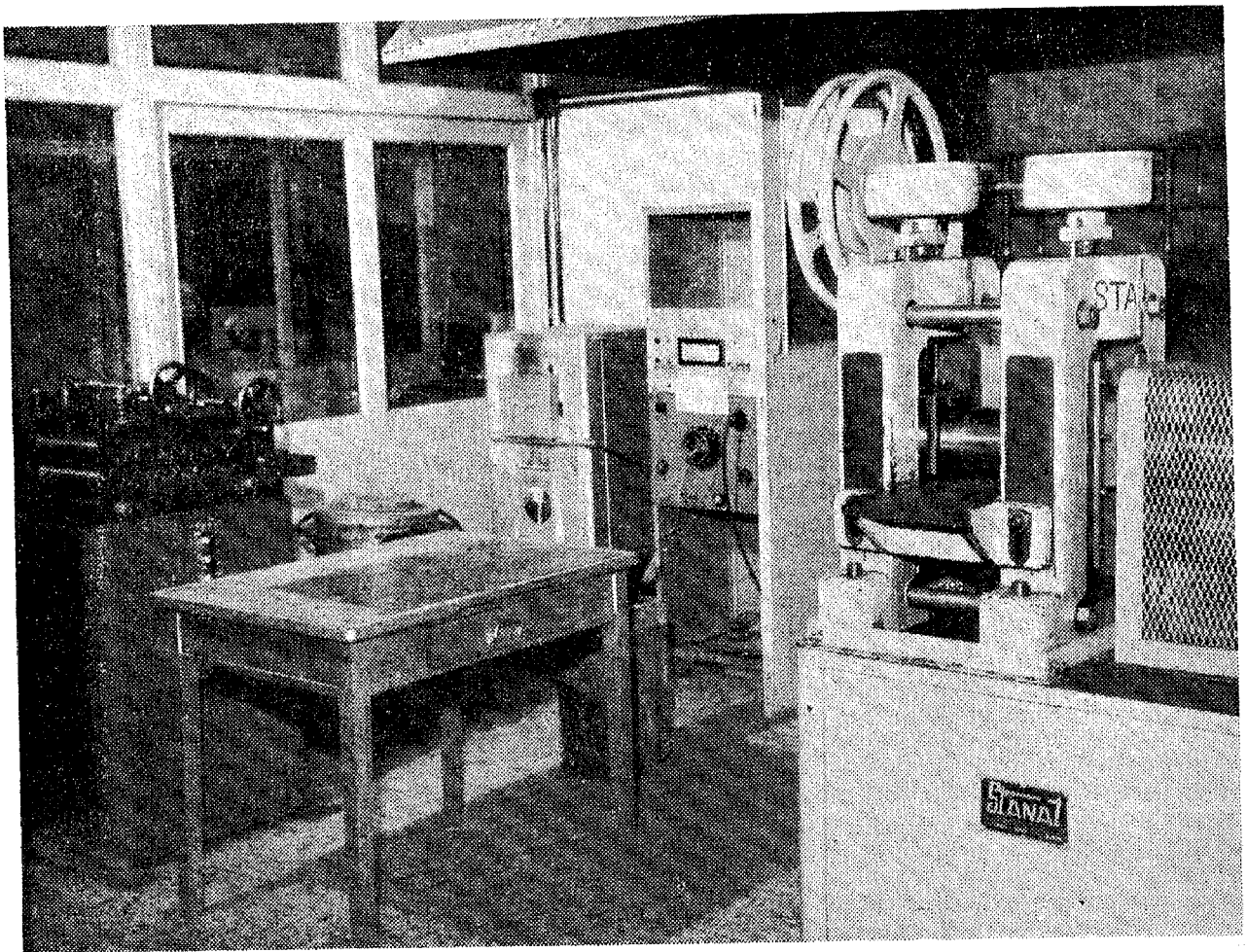
Grilla para un elemento de "blanket" de Uranio natural para el reactor RA-3.

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".



Planta de laminación para la fabricación de elementos combustibles planos tipo MTR.

que hicieron los ingleses). Yo resumiría la acción del SATI diciendo que gracias a su asistencia fue posible la activa participación que la industria argentina tuvo en la construcción de Atucha y verdaderamente lo considero un dividendo excelente.

C. N.: Ustedes han sido criticados por el esfuerzo gastado en proyectarse hacia el exterior (Cursos Panamericanos de Metalurgia, Programa Multinacional de Metalurgia, Seminarios internacionales, cursos en centros y universidades extranjeras, etc.) y por la gran cantidad de metalurgistas extranjeros que han invitado...

J. A. S.: En primer lugar quisiera decir que hemos gastado un gran esfuerzo en el país, más allá de las paredes de la CNEA. Y si no que lo digan los laboratorios de metalurgia de Bariloche, La Plata, Bahía Blanca, Rosario, Córdoba (IMAF) a los que hemos ayudado permanentemente, y los casi 300 profesionales y técnicos que han recibido entrenamiento metalúrgico en nuestro Departamento y están hoy trabajando en universidades, centros de investigación y multitud de industrias. Nada nos enorgullece más que esa acción que hemos realizado para ayudar a establecer en el país la Metalurgia como una actividad técnica científica con pleno derecho.

Pasando ahora a nuestro trabajo con el extranjero, es cierto que hemos dedicado un esfuerzo sostenido y

grande. Esto se explica fácilmente: con referencia a los Cursos Panamericanos, de los que ya hemos realizado ocho, su objetivo fue muy simple: en el resto de Latinoamérica la Metalurgia estaba en el mismo estado de desamparo que en la Argentina; esos países necesitaban Metalurgia, por lo que nosotros decidimos ayudarlos ya que creemos firmemente en la "Patria Grande" de San Martín y Bolívar y en que el desarrollo de los demás ayudará a nuestro propio desarrollo. Nos parece suicida la posición de una Argentina aislada, encerrada en sus pequeñeces, siempre refunfuñando sus propios defectos. Una Argentina abierta, generosa, fraternal, está en la línea de nuestros pensamientos.

Parecida inspiración tiene el Programa Multinacional gracias al cual estamos contribuyendo seriamente a la estructuración de una verdadera fraternidad metalúrgica latinoamericana, lo que pensamos es un paso importante en liquidar una balcanización que ha sido y es el talón de Aquiles de América Latina.

Con referencia a la multitud de metalurgistas extranjeros que hemos invitado a nuestro Departamento (unos 150 en diez años) el objetivo era simplemente el de conectar nuestro Departamento con los centros metalúrgicos de mayor prestigio del mundo; si queríamos competir con ellos, lo menos que podíamos hacer era conocer a fondo lo que hacían; al mismo tiempo, poder saber en cada momento cuál era el "estado del arte"

en los diferentes problemas que estábamos estudiando, de manera de conocer objetivamente nuestro atraso relativo. Finalmente, crear lazos de amistad y colaboración que hiciera posible obtener ayuda directa e indirecta. Para los que creen que hemos despilfarrado el dinero invitando a tantos turistas ilustres, les diré simplemente que por cada dólar que hemos invertido en esos "turistas" hemos obtenido un retorno de 18 dólares, que no me parece tan mal negocio.

C. N.: Para terminar, ¿qué balance haría usted de estos 15 años de trabajo?

J. A. S.: Otros deben juzgar lo que hemos hecho. Simplemente desearía resumir ciertos hechos fundamentales:

- En el Departamento de Metalurgia de la CNEA han recibido entrenamiento en Metalurgia moderna más de 500 profesionales y técnicos, incluyendo unos 100 latinoamericanos. De sus integrantes actuales, unos 70 han trabajado en investigación metalúrgica en los centros y laboratorios más importantes del mundo. Más de 30 tesis han sido realizadas en sus laboratorios por licenciados en Física y Química de varias universidades argentinas (Buenos Aires, La Plata, Cuyo, del Sur, Córdoba, Tucumán) y extranjeras (de Brasil, Chile, Colombia y Perú).

- En el Departamento se han desarrollado numerosos procedimientos originales en soldadura, fundición, laminación, co-extrusión, sintetizado, tratamientos térmicos, ensayos no destructivos, etc. Algunos de esos procedimientos han sido patentados, en particular el más importante de ellos: la producción de aleación uranio-aluminio por reducción directa de hexafluoruro de uranio que reduce en 30 % el tiempo necesario cuando se emplea el procedimiento clásico usado en Estados Unidos, Francia, Alemania, etc.

- El personal del Departamento ha publicado más de 250 trabajos científicos en las revistas internacionales de mayor prestigio. En ciertos temas (solidificación, scattering de Rayos X a pequeño ángulo, transformaciones masivas, corrosión bajo tensión) los grupos de investigación del Departamento están reconocidos internacionalmente como de primera línea.

- Varios miembros del Departamento han recibido importantes distinciones académicas extranjeras.

- A diferencia de lo que ocurría en 1955 la Metalurgia existe actualmente como actividad académica en la Argentina. El Departamento ha tenido una activa participación en ese logro y continúa colaborando en su fortalecimiento y profundización.

- Todos los elementos combustibles de los reactores de investigación instalados en la Argentina han sido producidos por el Departamento. Se ha producido un primer prototipo de elemento de potencia (el que fue irradiado en el MZFR) y se trabaja febrilmente en el desarrollo del prototipo del elemento combustible para Atucha. También se ha comenzado a trabajar en el desarrollo de combustibles enriquecidos con óxido de plutonio.

- A través del SATI, el Departamento ha establecido sólidos vínculos con la industria nacional. ◇

RIGOLLEAU

CRISTALERIAS RIGOLLEAU S.A.I.C.

Se transcribe la Disposición Nº 57 fecha 25 de Noviembre 1971, de la División Pesas y Medidas de la Dirección Nacional de Comercio Interior, relacionada con las Probetas Marca **PYREX** de 25 - 50 y 100 ml.

Buenos Aires,

Visto la presentación en el expediente Nº 19.483/71 SEICI producida por la firma CRISTALERIAS RIGOLLEAU S.A., inscrita en la DIVISION PESAS Y MEDIDAS bajo el número 1.316 y atento a lo informado por la mencionada dependencia y a lo aconsejado por el DEPARTAMENTO DE LEALTAD COMERCIAL,

El director nacional de comercio interior dispone:

1º - Autorizar la presentación a la verificación primitiva, como similares al tipo aprobado C 5001 de las probetas graduadas de VEINTICINCO, CINCUENTA Y CIENTO MILILITROS (25, 50 y 100 ml) de capacidad, construidas, tubo y base, con vidrio borosilicato, tal como se documenta en el expediente Nº 19.483/71 SEICI fojas 2 a 4.

2º - El sellado de verificación primitiva se aplicará en la proximidad y por encima de la graduación que indica la capacidad del instrumento.

3º - Expedir copias de la presente Disposición para las publicaciones establecidas en el artículo 6º de la Resolución Ministerial de fecha 9 de Setiembre de 1926.

4º - Comuníquese, regístrese. Cumplido, vuelva el expediente Nº 19.483/71 SEICI al DEPARTAMENTO DE LEALTAD COMERCIAL - DIVISION PESAS Y MEDIDAS- para la notificación de la firma interesada y su reserva como antecedente técnico.
DISPOSICION Nº 57

* Marca Registrada de Corning Glass Works, U.S.A.



Los documentos que integran la Biblioteca PLACTED fueron reunidos por la [Cátedra Libre Ciencia, Política y Sociedad \(CPS\). Contribuciones a un Pensamiento Latinoamericano](#), que depende de la Universidad Nacional de La Plata. Algunos ya se encontraban disponibles en la web y otros fueron adquiridos y digitalizados especialmente para ser incluidos aquí.

Mediante esta iniciativa ofrecemos al público de forma abierta y gratuita obras representativas de autores/as del **Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología, Desarrollo y Dependencia (PLACTED)** con la intención de que sean utilizadas tanto en la investigación histórica, como en el análisis teórico-metodológico y en los debates sobre políticas científicas y tecnológicas. Creemos fundamental la recuperación no solo de la dimensión conceptual de estos/as autores/as, sino también su posicionamiento ético-político y su compromiso con proyectos que hicieran posible utilizar las capacidades CyT en la resolución de las necesidades y problemas de nuestros países.

PLACTED abarca la obra de autores/as que abordaron las relaciones entre ciencia, tecnología, desarrollo y dependencia en América Latina entre las décadas de 1960 y 1980. La Biblioteca PLACTED por lo tanto busca particularmente poner a disposición la bibliografía de este período fundacional para los estudios sobre CyT en nuestra región, y también recoge la obra posterior de algunos de los exponentes más destacados del PLACTED, así como investigaciones contemporáneas sobre esta corriente de ideas, sobre alguno/a de sus integrantes o que utilizan explícitamente instrumentos analíticos elaborados por estos.

Derechos y permisos

En la Cátedra CPS creemos fervientemente en la necesidad de liberar la comunicación científica de las barreras que se le han impuesto en las últimas décadas producto del avance de diferentes formas de privatización del conocimiento.

Frente a la imposibilidad de consultar personalmente a cada uno/a de los/as autores/as, sus herederos/as o los/as editores/as de las obras aquí compartidas, pero con el convencimiento de que esta iniciativa abierta y sin fines de lucro sería del agrado de los/as pensadores/as del PLACTED, ***requerimos hacer un uso justo y respetuoso de las obras, reconociendo y citando adecuadamente los textos cada vez que se utilicen, así como no realizar obras derivadas a partir de ellos y evitar su comercialización.***

A fin de ampliar su alcance y difusión, la Biblioteca PLACTED se suma en 2021 al repositorio ESOCITE, con quien compartimos el objetivo de "recopilar y garantizar el acceso abierto a la producción académica iberoamericana en el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología".

Ante cualquier consulta en relación con los textos aportados, por favor contactar a la cátedra CPS por mail: catedra.cienciaypolitica@presi.unlp.edu.ar