

de sable placentario, *Smilodon*, se extinguió también, al igual que poco antes lo hiciera su semejante marsupial, el *Notosmilus*. Problema intrigante éste, sin duda.

La noticia del descubrimiento por Scaglia del último

de los tilacosmilidos se complementa con la información de que este nuevo descubrimiento paleontológico, ya completamente descubierto de la ganga y disponible para la investigación minuciosa, será estudiado por el más

destacado de los especialistas sudamericanos en mamíferos y marsupiales extinguidos, el Dr. Rosendo Pascual, del Museo de La Plata. Pascual llevará estos restos a Australia, patria de los marsupiales más variados, para

indagar en las hasta ahora misteriosas circunstancias del apogeo y decadencia de los grandes marsupiales carnívoros de América del Sur.

Oswaldo A. Reig
Universidad Simón Bolívar

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
	1981

Interciencia
ISSN 0378-1844

04.81.01

DESARROLLO DE RECURSOS HUMANOS EN METALURGIA: BALANCE DE UNA EXPERIENCIA LATINOAMERICANA

Este escrito constituye una evaluación de 25 años de actividad en Argentina, tendentes a capacitar personal latinoamericano en las tareas de Metalurgia. En dicho período se han formado 598 profesionales, quienes se han constituido en canales de propagación de la Metalurgia en sus propios países y en el resto de la región y, en particular, en las instituciones que han ayudado a desarrollar.

En 1955, la Comisión Nacional de Energía Atómica de la Argentina, (CNEA), que había sido fundada cinco años atrás, decidió organizar un Departamento de Metalurgia que fuese responsable de todos los problemas metalúrgicos relacionados con la construcción y el funcionamiento de reactores nucleares de investigación y de potencia y con la producción y utilización de sus elementos combustibles (con excepción de la extracción, refinación y purificación del Uranio, responsabilidad de otro Departamento de la CNEA).

Esto requería darle prioridad a la formación de recursos humanos de alto nivel, ya que en esa época la Metalurgia no existía como actividad académica en la Argentina.

No sólo no había laboratorios de investigación y desarrollo, sino que aún la actividad universitaria era prácticamente inexistente.

Como consecuencia de esa situación, los primeros profesionales contratados para integrar el Departamento de Metalurgia provenían de carreras distintas, tales como Ingeniería Química, Mecánica y Civil, Aeronáutica, Física y Química. A esta heterogeneidad de orígenes había que agregar que ninguno tenía adiestramiento en Metalurgia.

Como no había perspectivas de que esta situación fuese a cambiar en un plazo razonable, se decidió que el citado Departamento atendería por sus propios medios a la formación de su plantel y que colaborara en el desarrollo de la actividad académica y docente de las universidades, para garantizar en el largo plazo, la provisión de los hombres y mujeres necesarios en Metalurgia, no sólo para la CNEA, sino para todo el país.

Esta acción comenzó de inmediato con la organización de la especialidad en Física de Metales en el Instituto José A. Balseiro (San Carlos de Bariloche, Provincia

de Río Negro), creado por la CNEA en agosto de 1955. Se inició así lo que iba a resultar un programa sistemático, que se continuaría durante 25 años sin interrupción y que desde 1962 extendió su acción fuera de la Argentina, a todos los países americanos. Este esfuerzo se ha denominado Programa de Capacitación en Metalurgia.

Ahora bien, la puesta en marcha del PCM exigía una decisión de gran trascendencia, en cuanto a la clase de formación que se impartiría, a fin de obtener los mejores resultados. En la Argentina se decidió, en una dirección radicalmente distinta a la seguida por los países más adelantados, que la formación de su personal se realizara a partir del principio de que para trabajar eficientemente en Metalurgia Nuclear lo más importante es poseer una sólida formación en Metalurgia de Transformación.

En base a este criterio, se decidió que el personal debería capacitarse en los principios básicos de la Metalurgia Física, tales como la estructura cristalina, la teoría de los defectos, la teoría de las aleaciones, la físico-química de los fenómenos metalúrgicos, etc. Asimismo, en los problemas básicos de la Metalurgia física, tales como solidificación, recristalización, transformaciones de fase, fatiga, etc., para luego aplicar estos conocimientos a los estudios de esos mismos fenómenos en los materiales de interés nuclear. Por último,

era necesario capacitarse en los procesos básicos de la Metalurgia de Transformación, tales como fundición, laminación, extrusión, soldadura, etc.

Para alcanzar estas metas, el personal debía capacitarse teóricamente para usar la propia cabeza en el planteo, el análisis y la resolución de problemas y no para saber en el sentido libresco; así como capacitarse experimentalmente para aprender a usar las propias manos y comprender que lo más importante de un aparato o equipo es la persona que lo utiliza.

Este proceso, requería dedicación exclusiva, única receta conocida para formar profesionales competentes y serios, así como formación en el exterior en los centros de más alto nivel. Esto se haría sólo luego de haber aprendido a trabajar en la Argentina, en las circunstancias argentinas, con los recursos argentinos y ante las dificultades argentinas.

En el período 1955-1980 unos 600 profesionales latinoamericanos han recibido capacitación en Metalurgia por medio de las diversas actividades del Programa de Capacitación en Metalurgia (PCM). Se han publicado más de trescientos trabajos en revistas científicas de gran difusión mundial, alrededor de 700 publicaciones internas y presentaciones en congresos, 14 patentes de invención, 10 normas que fueron aceptadas por el Instituto Argentino de Racionalización

de Materiales, informes internos de distribución limitada y numerosos apuntes de cursos. Además de laboratorios, talleres, bibliotecas, etc. Se cuenta con dos plantas piloto que han dado origen a dos fábricas que se encuentran en las últimas etapas de instalación. Dentro del área de asistencia directa se realizaron desarrollos de nuevos productos, ensayos especiales, etc., respondiendo a más de 600 consultas.

En formación de recursos humanos, se han desarrollado múltiples actividades desde su creación con los primeros cursos dictados por profesionales extranjeros y, posteriormente, en forma metódica, en cursos para postgraduados dedicados a egresados argentinos y del resto de Latinoamérica, contando con organismos internacionales como UNESCO, PNUD, National Science Foundation, etc. Es con la Organización de Estados Americanos, OEA que esta actividad ha tenido una gran evolución, ya que con su apoyo se organizaron los Cursos Panamericanos de Metalurgia y se realizaron más de 60 cursos de reciclaje en la Argentina y 73 en varios países de Latinoamérica, 6 seminarios de postdoctorado, etc.

Con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se creó el Instituto Nacional de Ensayos No Destructivos, en el año 1972, como proyecto del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) para establecer en la Argentina un Instituto especializado que sirviera al desarrollo de los ensayos no destructivos, (END) como disciplina tecnológica en beneficio de la industria.

Impacto institucional del programa

El Programa de Capacitación en Metalurgia constituyó una actividad *semilla* que fomentó el interés de los paí-

ses participantes que, además de la Argentina, contribuyeron en el Programa. (Ver Tabla I).

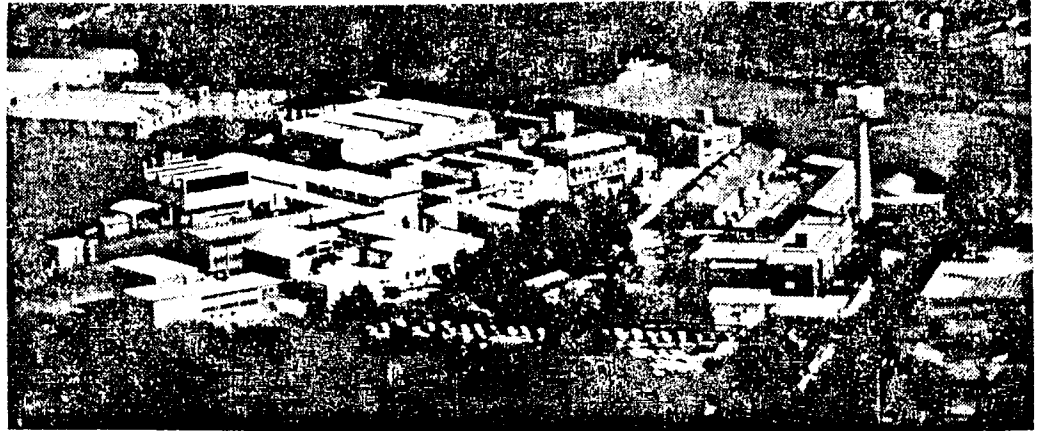
Así, en Argentina, se promovió el interés por la Metalurgia de Transformación. Como ejemplo del efecto directo del Programa, podemos citar las plantas piloto de fabricación de diversos tipos de elementos combustibles con Uranio enriquecido y natural y de fabricación de tubos y

tividad académica. En 1974 México ingresó al Programa Multinacional de Metalurgia; además, existe el Proyecto de Desarrollo de la Infraestructura de Enseñanza e Investigación de la Metalurgia en Instituciones de Enseñanza Superior en México, que se desarrolla como caso piloto en la Universidad Autónoma San Luis de Potosí.

Este proyecto ha volcado sus primeros esfuerzos a la

becarios para los diversos cursos y trabajos de tesis. Estos países, junto con Haití, han recibido una débil repercusión del Programa, quizás debido al incipiente estado de la evolución de la Metalurgia en ellos.

La relación de Brasil con el Programa Multinacional de Metalurgia comenzó con la asistencia de becarios a los cursos. Luego, las relaciones entre la Gerencia de



Vista aérea del Centro Atómico Constituyentes

piezas estructurales de Zircaloy; facilidades para ensayos y estudios de propiedades físicas, mecánicas, etc., de materiales, modelos de comportamiento de materiales irradiados, etc.

Todas estas tareas permiten dar apoyo a las más diversas actividades que se desarrollan en la CNEA, desde producción de mineral de Uranio, Zirconio, hasta la construcción y operación de centrales nucleares, pasando por actividades conexas, como el licenciamiento de instalaciones nucleares, la transferencia de tecnología a la industria local, etc.

En el caso de México, país que cuenta con una larga tradición en Metalurgia Extractiva, el impulso dado al desarrollo de la Metalurgia de Transformación en los últimos 15 años llevó a establecer esta disciplina como ac-

formación de su plantel de profesionales, a través de la asistencia a cursos y recepción de expertos. Se equipó un laboratorio de Metalografía que permitió aumentar las facilidades de ensayo, prestando luego servicios de asistencia técnica a varias empresas.

Bolivia y Perú tienen también una larga tradición en Metalurgia Extractiva y una escasa en Metalurgia de Transformación. En esos países el Programa de Capacitación en Metalurgia no sólo se tradujo en la formación de una Escuela de Metalurgistas, sino que se estableció una continuidad al ser enviados año tras año representantes de las mismas instituciones que participan desde el inicio del Programa PCM.

En los países centroamericanos la actividad más intensa ha sido la recepción de

la CNEA y las diversas instituciones brasileras siguieron estrechándose con programas conjuntos de investigación y desarrollo. Al ponerse en ejecución el PMM la participación se incrementó por el intercambio de expertos, el Proyecto Especial de Metalurgia en Tecnología del Aluminio y el Cobre, etc.

En el caso de Colombia, además de la asistencia de becarios a los cursos, en 1971, y gracias a un aporte de la OEA, se inició una actividad investigativa en las áreas de Metalurgia Extractiva del níquel y el cobre, el desarrollo tecnológico de fundiciones ferrosas y no ferrosas, la Metalurgia en aceros especiales, los tratamientos térmicos y la corrosión. Se estableció un curso de postgrado en Ingeniería Metalúrgica con sede en la Universidad de Santander. Además,

se creó el Instituto de Ensayos e Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia, con fines de desarrollo y adaptación de tecnologías con aplicación directa a la industria de la fundición del país y la creación de un Centro de Estudios de Beneficio de Minerales, que trata de promover el desarrollo tecnológico y aprovechamiento de minerales.

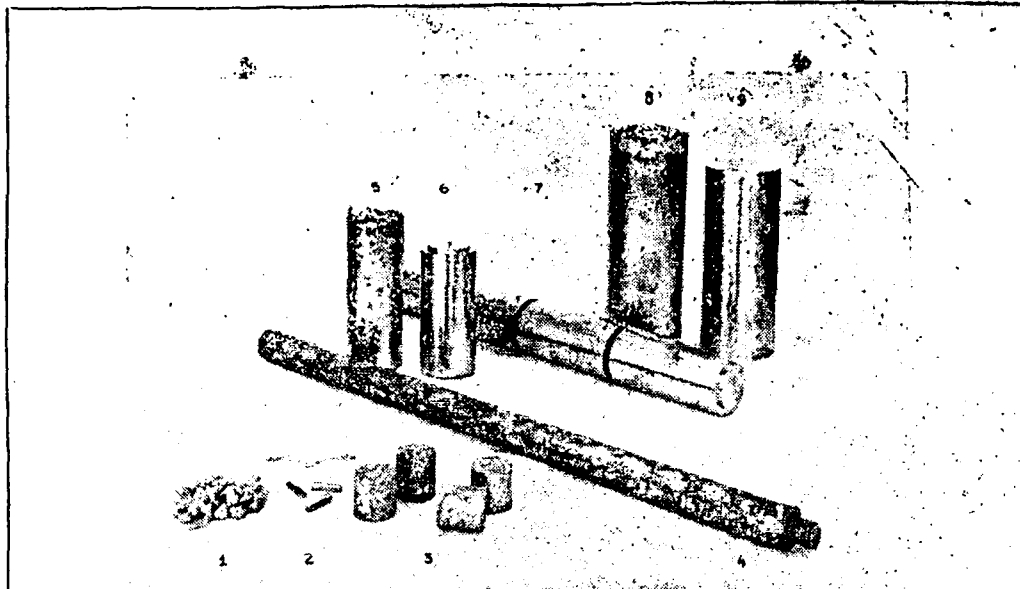
El Instituto de Investigaciones Tecnológicas ha realizado las acciones conducentes al montaje de un laboratorio de investigación y estudios en el campo de la corrosión y protección de metales. Los servicios técnicos de consultoría y control de calidad han tenido un aporte positivo para el sector industrial y los centros participantes del Programa Multinacional de Metalurgia (PMM). El

TABLA I

PARTICIPANTES DEL PROGRAMA DE CAPACITACION EN METALURGIA (PCM) SEGUN SU PAIS DE ORIGEN

Países	Nº Participantes
Argentina	300
Brasil	22
Chile	21
Colombia	20
México	20
Perú	14
Venezuela	12
Bohvia	8
Ecuador	8
Estados Unidos	3
Honduras	2
Costa Rica	1
El Salvador	1
España	1
Nicaragua	1
Guatemala	1
Haití	1
TOTAL	436*

* Este total se refiere al universo de una encuesta realizada entre los egresados del Programa, en base a la cual se preparó este trabajo de evaluación.



SECUENCIA DE OBTENCION DE LINGOTES DE ZIRCALOY — 4

1.—Esponja de Zr. 2.—Aleante. 3.—Compactos de esponja de Zr. 4.—Electrodos de compactos. 5.—Lingote de primera fusión (bruto de fusión). 6.—Idem 5 (maquinado). 7.—Electrodo de lingotes de primera fusión. 8.—Lingote de Zry—4 (bruto de fusión). 9.—Idem 8 (maquinado).

radio de acción se proyectó para tener una participación activa en el proceso de normalización técnica formulado por el gobierno.

Otros países, como *Chile*, *Ecuador* y *Venezuela*, basaron sus relaciones con el Programa a través de la asisten-

cia de becarios a los cursos. En el caso específico de Chile, el intercambio se consolidó con su ingreso al Programa Multinacional de Metalurgia, en 1971, el cual está actualmente constituido por un consorcio de siete universidades.

Las acciones desarrolladas en Chile cubren las actividades de formación de becarios en el exterior, la asistencia a cursos y seminarios, las visitas de expertos por diferentes periodos y el equipamiento.

TABLA II

PROFESIONALES ARGENTINOS Y LATINOAMERICANOS, MENOS ARGENTINOS, SEGUN ACTIVIDAD PRINCIPAL DESARROLLADA

Actividad Principal	TOTAL	%	Argentinos	%	Latino-americanos no Argentinos	%
Docencia	110	18	41	10	69	33
Producción	43	7	31	8	12	6
Investigación	238	40	178	46	60	29
Administ. Cient. Técn.	35	6	24	6	11	5
Ingeniería y Desarrollo	95	16	57	15	38	18
Servicios Técnicos	63	11	49	13	14	7
Otros	14	2	10	2	4	2
TOTALES	598*	100	390	100	208	100

* Se refiere al universo total de egresados del Programa de Capacitación en Metalurgia (PCM).

Observaciones finales

De acuerdo con los objetivos establecidos para el Departamento de Metalurgia en los años 50 y las actividades desarrolladas en las décadas siguientes, con los resultados obtenidos, podemos concluir, en primer lugar, que el Programa de Capacitación en Metalurgia (PCM) ha producido una cantidad importante de profesionales, cuya calidad puede verse a través del alto porcentaje de categorías elevadas en las actividades posteriores de los cursantes. Esta categoría incluye los profesionales que se encuentran en los niveles de Profesor Titular, Decano de Universidad, Gerente, Jefe de Departamento, Profesor Asociado y Jefe de División.

En el análisis estadístico realizado en el trabajo, se observa que los profesionales latinoamericanos, no argentinos, ubicados en categorías elevadas, alcanzan el 82% de los egresados del PCM; los argentinos ubicados en dicha categoría constituyen el 59%.

En materia de *Metalurgia Nuclear* el Programa ha producido un porcentaje importante del personal necesario para el Plan Nuclear Argentino, uno de los más complicados y complejos de los países en desarrollo. Se realizaron los desarrollos de tecnología de fabricación de combustibles nucleares para reactores de investigación y potencia, desarrollo y tecnología de fabricación de terminados y partes de Zircaloy, desarrollo de procedimientos

y prestación de servicios de ensayos para la industria nuclear, etc.

En cuanto se refiere a la *Metalurgia No Nuclear*, el Programa ha producido personal capacitado para trabajar en tareas tan diversas como la siderurgia, el aluminio, la laminación, la fundición, la pulvimetalurgia, la soldadura, los ensayos no destructivos, etc.

También en *docencia y administración científico-técnica* se ha formado personal apto para alcanzar los más altos niveles universitarios y desempeñarse en funciones ejecutivas importantes. En materia de *investigación* se han producido trabajos científicos de nivel internacional y, a través de los programas de *asistencia técnica a la industria*, se han prestado nu-

merosos servicios de asesoramiento, desarrollo, servicios directos y apoyo al desarrollo de proveedores a la industria nuclear. (Ver Tabla II).

Hay que destacar, finalmente, la acción de propagación de la Metalurgia a través de la creación y fortalecimiento de numerosas instituciones. En la Argentina, si hace 25 años la Metalurgia no existía como actividad académica y docente, hoy está firmemente establecida. En el resto de América Latina el Programa ha contribuido significativamente a su establecimiento.

Jorge Sabato
Fundación Bariloche
Sara V. de Tanis
Comisión Nacional de
Energía Atómica
de la Argentina

VOLMAN

PREOCUPA NUEVA LEY DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE ARGENTINA: MARCHA ATRAS

La transferencia de tecnología, mediante la cual se introducen en un mercado nuevos procesos o productos, o mejoras de los ya existentes, está íntimamente ligada con los sistemas de investigación científica y tecnológica, ya que son ellos los encargados de dar respuesta a los problemas que surgen durante los procesos productivos. Por lo tanto, las modificaciones que se hagan a las legislaciones que regulan dicha transferencia tendrán repercusiones sobre la producción industrial y sobre la investigación que se realiza en

un país, de acuerdo a la mayor o menor facilidad que se dé a la importación de soluciones a esos problemas. Es por esto que nos preocupa la derogación de la Ley que ha venido rigiendo esta actividad en la Argentina.

El gobierno militar sancionó recientemente la Ley 22.426 que dispone una radical modificación en la legislación vigente en materia de transferencia de tecnología y ordena, en su artículo 15, la disolución del Registro Nacional de Contratos de Licencia y Transferencia de Tecnología. De esta forma,

se da marcha atrás en política tecnológica, materia en la cual Argentina ha venido desempeñando un rol de vanguardia.

El espíritu del nuevo régimen está claramente definido en la siguiente frase de los considerandos de dicha Ley: "La experiencia ha demostrado que nadie más capacitado que el propio empresario local para elegir la tecnología que requiere y las marcas que desea utilizar para distinguir sus productos. El mercado es el mejor regulador del precio que por dicha tecnología o marcas pagará el receptor".

De esta manera la legislación ha venido evolucionando —o involucionando— desde el control y la regulación, por parte del Estado, de la importación de tecnología, que se había establecido en Argentina en 1971, perfeccionado en 1974, pasando luego, en 1978, en pleno gobierno militar, a la Ley que ahora se deroga —en la

cual se establecían ya algunos cambios importantes—, en cuanto a una mayor liberalización del comercio de tecnología, pero manteniendo ciertas disposiciones fundamentales, en particular las referentes al funcionamiento y atribuciones del Registro de Contratos, pieza clave de la legislación. Por este proceso se han llegado a reemplazar los mecanismos de control y regulación, por la "Libertad de Mercado".

Los verdaderos alcances de la nueva Ley quedan de manifiesto cuando se analizan algunas de sus disposiciones principales. Vemos así que la legislación anterior establecía la obligatoriedad de inscripción ante la Autoridad de Aplicación de los Actos Jurídicos, como es el caso de los contratos, referentes a la Transferencia de Tecnología entre empresas independientes —por ejemplo—, entre una empresa argentina y una extranjera de la que no dependa; a tales fines,