

EL PROYECTO MULTINACIONAL DE METALURGIA OEA-CNEA:  
UN PROYECTO TECNOLÓGICO CONTINENTAL

Ing. H. Biloni

Comisión Nacional de Energía Atómica

Avda. del Libertador 8250

1429 Buenos Aires, Argentina

Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Buenos Aires

Calle 526, 10 y 11, 1900 La Plata, Argentina

Curriculum Vitae resumido:

Heraldo Biloni, 50 años

Estudios: Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas de la Universidad Nacional de  
La Plata

Año de graduación: 1952

1955 Miembro fundador del Departamento de Metalurgia de la CNEA

1955 Beca en el Max Planck Institut fur Metallforschung, Stuttgart, Alemania

1963-1965 Research Fellow, Harvard University

Director del Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA

Area de Investigación: Solidificación, Fundición y Soldadura

Numerosos trabajos publicados en revistas especializadas internacionales

1978 - Investigador Superior invitado de la Comisión de Investigaciones Científicas  
de la Pcia. de Bs.As.

Se hace un resumen de los orígenes, desarrollo y perspectivas del Proyecto Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA así como de la filosofía que lo motoriza. Los resultados alcanzados en el área de formación de recursos humanos en el nivel de postgrado: i) maestrado, doctorado y postdoctorado, así como en Investigación y Desarrollo con miras a impactos tecnológicos que relacionen la infraestructura científico-técnica con la Industria lo habilitan, a juicio del autor, para servir como base de acciones que unan la formación al nivel cuaternario con las necesidades tecnológicas del país y el resto de Latinoamérica.

EL PROYECTO MULTINACIONAL DE METALURGIA OEA-CNEA:  
UN PROYECTO TECNOLÓGICO CONTINENTAL

Ing. H. Biloni  
Comisión Nacional de Energía Atómica  
Avda. del Libertador 8250  
1429 Buenos Aires, Argentina

I. ANTECEDENTES Y FILOSOFÍA

Un trabajo anterior del autor, presentado en el 1er. Congreso Argentino de Políticas de la Ingeniería (1), así como publicaciones del Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA que resumen las actividades de los años 1969-1974 (2) y 1974-1976 (3) y otros trabajos (4-10) abundan sobre los antecedentes y origen del Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA así como su designación como Centro Sede a nivel Latinoamericano para el impulso de la Investigación y Desarrollo de la Metalurgia en el Subcontinente, en el marco del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la OEA. La designación, por parte de la Comisión de Expertos presidida por el Dr. Bernardo Houssay, del Departamento de Metalurgia de la CNEA como único responsable para la preparación de un Programa para el área Subcontinental, único caso entre los 17 Proyectos de diferentes disciplinas aprobados, fué el resultado de una política comenzada en 1955 en el ámbito de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el área de Materiales. El Programa Multinacional de Metalurgia, que comenzara a operar el 1° de Marzo de 1969 está encuadrado en una filosofía global y coherente que se extiende a partir del momento mismo de la creación del Laboratorio de Metalurgia en 1955. Su creador, Jorge Sabato, lo definió oportunamente, al analizar en 1972 los 15 años de desarrollo de la Metalurgia Moderna en Argentina hasta ese momento (11).

El autor considera que la experiencia vivida en el área de Metalurgia de la CNEA desde su creación es singular y configura un ejemplo digno de tenerse en cuenta para los países en vías de desarrollo. La decisión de impulsar la Investigación y Desarrollo en Metalurgia en la Comisión Nacional de Energía Atómica

fué acertada y pragmática. La Historia Contemporánea de Argentina demuestra que en el último cuarto de siglo esta Institución fué prácticamente la única que se libró de los avatares de la inestabilidad que padeció el país. Ello unido a una coherencia poco común hacia objetivos concretos en el desarrollo nuclear posibilitaron la tarea de formación de grupos de I y D en Metalurgia, tanto convencional como nuclear. Ya en un trabajo anterior (1) nos hemos referido a la necesidad de la existencia de un laboratorio creativo en el área de Metalurgia y transcribimos las palabras de Jorge Sabato (11): "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 laboratorio 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?"

"En primer lugar, porque decidimos que nuestro laboratorio debería ser un laboratorio creador. Por cierto que de entrada 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". También dijimos que esta estrategia del área específica nuclear es extensiva a todos los procesos tecnológicos que involucren la utilización de materiales y que podría ser sintetizada sobre la base que es posible la existencia de Investigación sin Desarrollo, pero no la de Desarrollo sin Investigación. De esta manera, el Departamento de Metalurgia de la CNEA, núcleo de la hoy Gerencia de Desarrollo, debió llenar el vacío dejado por la Universidad por su crónica inestabilidad para formar cuadros de Metalurgistas capaces de cubrir el espectro que iba desde la investigación básica a la aplicada y tecnológica, cubriendo el área de elementos combustibles y la Asistencia Técnica a la Industria a través del SATI (11). Una acción compleja, sin duda, y difícil de entender para los expertos extranjeros que en gran número desfilaron a través de los años para interactuar con grupos de investigación, algunos de los cuales tienen hoy jerarquía internacional.

El apoyo brindado por el joven Laboratorio al Centro Atómico de Bariloche para la orientación de físicos de buena formación, amplió el área de capacitación de recursos humanos e investigación de alto nivel, única compatible con la creación o adaptación de tecnologías sofisticadas. Lo acertado de la filosofía que motorizara la creación y desarrollo del Departamento de Metalurgia de la CNEA fué ratificado a sólo 12 años después de su formación, al ser elegido para extender ese modus operandi al área Latinoamericana a través del Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA.

## II. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

El objetivo fundamental del Programa Multinacional de Metalurgia es la creación de una infraestructura científico-técnica fuerte en el subcontinente capaz de eliminar realmente la dependencia tecnológica. Para ello se hace necesario crear lo que el autor llama "Mercado Común Latinoamericano de Ciencia y Tecnología" en donde la interacción entre Instituciones de I y D de todo el continente debe tener acción protagónica. En el ámbito nacional se hace imprescindible el fortalecimiento de todas las Instituciones científico tecnológicas que coadyuven al desarrollo en Metalurgia así como el fortalecimiento de los núcleos universitarios existentes y la creación de nuevos centros en los lugares estratégicos donde existe una Industria Metalúrgica importante. En este sentido el Programa participa de la filosofía de la CNEA toda vez que cualquier proyecto tecnológico, convencional o nuclear necesita de una sólida base de sustentación en I y D. Lo contrario tiene un solo resultado: la reducción de las Instituciones nacionales o privadas a meras oficinas de compra "llave en mano". Como resultado de esta política el Centro Sede en Argentina ha apoyado e interactuado con la casi totalidad de los grupos e Instituciones del país y ha interactuado con Instituciones de la casi totalidad de los países del área. Entre las primeras citaremos el Centro Atómico de Bariloche, el IMAF y el CIM de Córdoba, los grupos de Investigación Metalúrgica de las Universidades Nacionales de La Plata, Rosario, del Sur, Jujuy, la Gerencia de Investigación y Desarrollo de Aluar, Altos Hornos Zapla, el Instituto Argentino de Siderurgia, el SENID, CITEFA, INIFTA, la Sociedad Argentina de Metales, etc. En lo que corresponde al resto de Latinoamérica ha habido acciones, las que serán detalladas más adelante, con Instituciones de Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Perú, R.O. del Uruguay y Venezuela. Ello ha ocurrido tanto en el marco del Programa de OEA cuanto a nivel Institucional.

El modus operandi del Programa en el área continental ha ido variando a partir de su creación, a medida que la acción desarrollada por encargo de la Secretaría de OEA iba logrando los objetivos trazados en su comienzo, ésto es:

- 1) Contribuir al desarrollo de Centros Latinoamericanos capacitados para realizar una labor de adiestramiento e investigación a nivel de postgrado y de utilidad regional.
- 2) Realizar investigaciones sobre problemas metalúrgicos de especial interés para la región, tanto en procesos como en materiales.
- 3) Prestar asistencia técnica para el desarrollo y/o creación de nuevos cen-

tros de investigación y desarrollo en Metalurgia.

En el período 1969-1972 la dirección del Programa fué única, y centralizada en el Centro Sede Argentino, el que administraba un presupuesto para toda la región. A partir del presupuesto 1972/73 cada país participante en el Programa, a través de una decisión política de su organismo planificador respectivo en el área de Ciencia y Tecnología, pasó a poseer fondos propios, cuya administración recayó precisamente en aquellos centros desarrollados en la primera etapa. Una reunión anual de coordinación compatibiliza las acciones en todo el continente sobre la base de los planes de operaciones que presentan los coordinadores de cada país interviniente. En el período 1972-1976 dichas reuniones se realizaron en el Centro Sede argentino y a partir de 1977 la sede de dicha reunión comenzó a rotar celebrándose este año en México. 1978 tendrá como sede la República de Chile. Este proceso descentralizador es una pauta del éxito del Programa a través de las acciones que desarrolla, las cuales tienden a ser cada vez más ambiciosas, dentro de los márgenes de presupuesto de la OEA. A lo largo de todo el proceso el Centro Sede argentino, y núcleo originario del Programa Multinacional de Metalurgia en América, el Departamento de Materiales de la CNEA, ha mantenido el consenso original entre las instituciones hermanas de América, las que reconocen sus realizaciones científico tecnológicas, fundamentalmente basadas en la aplicación de una filosofía correcta, el esfuerzo continuado a través del tiempo y el apoyo sin retaceos que la Dirección del Proyecto en Argentina ha recibido de las altas autoridades de la CNEA y del organismo de enlace del Gobierno Argentino ante la Organización de los Estados Americanos.

### III. AREAS DE ACCION

Las áreas de acción del Programa se basan fundamentalmente en la utilización de los recursos humanos existentes en el Continente Americano, los que en general tienen una formación universitaria adecuada ya sea en las áreas de ingeniería, física y química. Esta formación, posee, sin embargo como handicap el de estar alejada, en general, de la investigación, cuya praxis es la única herramienta idónea para enfrentar al profesional universitario con los problemas reales de cada país y de la región, herramienta que lo ha de capacitar para dar su aporte al cambio tecnológico que el Continente reclama. Toda vez que la filosofía del Programa considera que la investigación, sea básica, aplicada o tecnológica es una sola, esto es la aplicación del método científico y que sólo debe ser separada en forma tajante la mala de la buena investigación, la acción del Programa se desarrolla sobre tres áreas entrelazadas entre sí las que tienden a imponer un compromiso creciente con la realidad industrial, al que no se puede acceder sin la acción continua en cada una de ellas: 1) Formación de recursos humanos en el nivel postgrado; 2) Líneas de Investigación; 3) Desarrollos Tecnológicos.

#### 1) Formación de Recursos Humanos

Desde el comienzo del Programa la acción se centralizó en el nivel de

postgrado que comprende diversas acciones, las que serán resumidas rápidamente toda vez que trabajos anteriores (1-3) dan detalles sobre los mismos: i) nivel de maestrado; ii) nivel de doctorado; iii) nivel de postdoctorado, iv) reciclamiento de profesionales del ámbito académico e industrial; v) cursos y seminarios en el ámbito latinoamericano.

El autor desea recalcar que las acciones que se han de detallar corresponden a aquéllas en las cuales interviene directamente el Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA, esto es el Proyecto de la OEA en Argentina. Dentro de la acción continental se realizan acciones coordinadas, paralelas o complementarias, las que surgen principalmente de las reuniones de coordinación anuales, o las que se ha hecho referencia con anterioridad.

#### (i) Nivel de Maestrado

En 1962 el Departamento de Metalurgia de la CNEA da un paso importante en la instrumentación de una política de formación de recursos humanos en Latinoamérica: la concreción del Primer Curso Panamericano de Metalurgia, que sería con posterioridad una de las bases fundamentales del Programa de OEA comenzado en 1969. Este curso intensivo de 10 meses marca, realmente, la extensión al área Latinoamericana de la enseñanza de la moderna metalurgia surgida en la postguerra, cuyo tratamiento se encontraba restringido a cursos internos de la CNEA, así como a la orientación de física del estado sólido en el Centro Atómico de Bariloche, también dependiente de la CNEA. Los primeros cuatro cursos fueron organizados por la CNEA con el apoyo de organismos internacionales como UNESCO, Ford Foundation, el BID, etc. Ya en el marco del Programa se desarrollan los cursos Quinto al Décimo, entre los años 1969 y 1974. La reunión de coordinación del Programa reunida en Buenos Aires en 1973 decidió que los Cursos Panamericanos debían comenzar a rotar entre los países del Continente, interesados en su organización sobre la base de propuestas concretas, toda vez que la organización de un evento de esta naturaleza supone a la Institución organizadora una inversión anual del orden de los 50.000 dólares, a los que se suman los aportes de OEA. Se decidió que los cursos 11° a 14° inclusive tendrían lugar en México, organizados por el CONACYT de dicho país. El nivel de colaboración que rige en el Programa a nivel continental está dado por el hecho que en 1974 se realiza en México un curso paralelo al 10° Curso de Buenos Aires, de manera de ajustar los detalles organizativos y aprovechar la experiencia argentina en el tema. La reunión de coordinación de Chile, en 1978, decidirá cual será el país que continúe con el 15° Curso Panamericano de Metalurgia (CPM).

El éxito y la necesidad de los Cursos Panamericanos en la formación de recursos humanos tanto para el país como el resto del Continente fué tal que la Dirección del Programa en Argentina decidió reanudar este tipo de actividades en el Departamento de Materiales de la CNEA, en el nivel nacional pero abierto a todos aquellos profesionales del continente que reunieran las calificaciones exigidas y cuya estadía en Buenos Aires, libre de matrículas según el espíritu fraterno del Programa, fuera solventado por Instituciones de sus países, toda vez que los fondos OEA para becas estaban comprometidos con el Curso en México. El nuevo curso recibió el nombre de Curso de Entrenamiento Avanzado en Metalurgia (CEAM).

Está diseñado en forma de un ciclo básico, de marzo a junio, con 9 módulos y un ciclo de especialización de 7 módulos que abarca desde setiembre a diciembre. 1976 comprendió el I CEAM y en 1977 se encuentra en pleno desarrollo el II CEAM. La estructura modular del CEAM permite tomarlo en su totalidad, como lo exige el CPM, lo cual es acreditado por un certificado especial como en este caso, o por módulos que son acreditados también por certificaciones. Ello implica la ventaja de poder utilizarlo como una formación completa a nivel de postgrado, o como módulo de reciclamiento de profesionales de la actividad académica o industrial. El período julio-setiembre es utilizado por los alumnos regulares del CEAM para trabajos específicos de investigación en los grupos especializados del Departamento de Materiales. El III CEAM ya se encuentra en período de organización habiéndose ya definido las materias y profesores del ciclo básico. Es de hacer notar que cada CEAM tiene un coordinador diferente, un joven investigador del Departamento de Materiales de la CNEA, quien comienza de esta manera a asumir responsabilidades complementarias a sus tareas específicas de I y D en la tarea de formación de núcleos operativos del Continente.

El Apéndice I resume las actividades de los 10 Cursos Panamericanos del Centro Sede en Argentina, así como de los CEAM I y II.

(ii) Nivel de Doctorado

Al comenzar el Programa en 1969 la formación de recursos humanos de alto nivel se acelera, no solamente con el refuerzo al proceso en el nivel de maestrado, sino que se completa con la formación de metalurgistas en el nivel de doctorado. Este paso es considerado trascendental toda vez que este nivel es decisivo en la formación de cuadros, a partir de los cuales pueden aparecer futuros Jefes de Investigación. El proceso de formación de líderes intelectuales en una disciplina joven en América exige pasos más y más exigentes en un proceso de selección que es de muy bajo rendimiento. América necesita maestros en esta disciplina, capaces de formar escuelas de pensamiento original como las ha creado en disciplinas más antiguas como la de biología o la bioquímica, por ejemplo. Los candidatos se encuadran en marcos Académicos que el Programa pugna constantemente por concretar a través de convenios con la estructura académica, no sólo de Argentina sino del resto de Latinoamérica. Los temas de tesis se encuentran encuadrados en los planes de Investigación del Programa, sus Directores son los Jefes de Investigación más relevantes del Departamento de Materiales de la CNEA o eventualmente del resto de la infraestructura científico técnica del país y la selección de los candidatos se ve favorecida por el nivel de los mejores egresados de los CPM o de los CEAM. El nivel de las tesis puede ser evaluado sobre la base que de las tesis realizadas han surgido un número elevado de publicaciones y presentaciones a Congresos internacionales en Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Canadá y Alemania. De las 30 tesis terminadas 15 son de profesionales argentinos y 15 del resto de Latinoamérica.

(iii) Nivel de Postdoctorado

Así como la reunión de coordinación de 1973 decidiera que los CPM se trasladarían a México, país que tiene asegurada la organización hasta el número 14 inclusive, decide implementar una nueva instancia en la formación de recursos humanos de alto nivel: los llamados Seminarios en el nivel de postdoctorado. Estos seminarios con una duración de 11 semanas reúnen los mejores especialistas del mundo de un tema en el período julio-setiembre en el Centro Sede del Programa en Argentina, quienes disertan sobre las últimas novedades de su especialidad ante una audiencia cuidadosamente seleccionada a través del continente, quienes deben tener experiencia directa en investigación o desarrollo. Fondos regionales de OEA así como institucionales aseguran la asistencia de los especialistas del Continente. El Centro Sede tiene asegurada la organización de los seminarios 1 a 4, hasta 1978. En dicho año se rediscutirá en Chile la Sede de los seminarios de los años 1979 y 1980 a realizarse en las áreas de Deformación Plástica y Soldadura. El Apéndice II indica los detalles concernientes a los Seminarios ya organizados: 1975: Solidificación y Fundición bajo la coordinación del Ing. H. Biloni; 1976: Transformaciones de Fase y Tratamientos Térmicos bajo la coordinación del Dr. A. Cabo y 1977: Corrosión bajo la coordinación del Dr. J.R. Galvele. Una idea de como marcha el proceso lo constituye el hecho que el Dr. Galvele coordinador de este alto foro y profesor en el mismo fué uno de los 3 egresados argentinos del Primer CPM en 1962. En 1978 se realizará el seminario sobre Aceros actualmente en organización por quien será su coordinador, el Ing. A.M. Hey. Los expertos extranjeros que actúan en el Seminario por dos semanas cada uno, completan su estadía en los centros asociados del resto de Latinoamérica por dos o tres semanas más dando seminarios especiales. De esta manera se aprovecha al máximo los recursos del Programa en el nivel continental. En el caso del Seminario de Aceros el Instituto Argentino de Siderurgia será la Sede del mismo, una pauta de las estrechas relaciones del Programa con los organismos que representan la Industria.

(iv) Cursos y Seminarios de Reciclado para Profesionales Universitarios y de la Industria

Uno de los problemas que plantea la moderna tecnología y su desarrollo explosivo en las últimas décadas es la obsolescencia de los conocimientos de los profesionales que actúan en el área industrial. Este es un fenómeno internacional, el que trata de paliarse a través de cursos de reciclado, que vuelvan a poner al día a dichos profesionales con el avance del conocimiento, fruto de la estructura científica tecnológica internacional. En la escala regional un hecho similar suele aparecer en la estructura académica, la que puede estar alejada del avance del conocimiento científico internacional, como resultado de la baja tasa de investigación que caracteriza a las Universidades, tendencia que se ha tratado de revertir en los últimos años, con éxito aleatorio, resultado de la poca estabilidad político institucional del Continente, sobre todo en el área Universitaria.

Sobre la base de esa realidad, el Programa Multinacional de Metalurgia ha instrumentado una serie de cursos y seminarios para el ámbito académico e indus-

trial de manera de mantener al día el conocimiento en ambas áreas. Para ello ha aprovechado toda la infraestructura científica de la CNEA y el resto del país así como los expertos contratados a través del Programa, ya sea como profesores del CPM o consultores en las diversas líneas de investigación. El Apéndice III\* corresponde a los cursos de reciclado para la Industria mientras que el IV\* a los cursos y seminarios para investigadores y profesores universitarios dados en el período 1969-1977. En ambos casos se trata de cursos modulares de duración entre una y dos semanas en las que un especialista pone al día el conocimiento en determinada área. Toda vez que el CEAM ha adoptado la forma modular que hemos explicado anteriormente, en el presente presta también las funciones de reciclamiento para ambos casos. Es por ello que sus módulos han sido incluidos en ambos Apéndices y sus asistentes corresponden para el Apéndice III\* al ambiente industrial y el Apéndice IV\* al ambiente universitario. Por supuesto aparte del sistema modular del CEAM, fuera de su contexto se siguen dando cursos y seminarios especiales para ambas áreas.

(v) Capacitación en Instituciones de Países del Resto de Latinoamérica

La acción del Programa y su Centro Sede se ha hecho sentir en Latinoamérica a través de los cursos y seminarios que el personal de la CNEA así como de la infraestructura científico-técnica-industrial de Argentina ha desarrollado a lo largo de los 8 años de existencia del mismo. Se han dado un total de 71 cursos y seminarios los cuales se encuentran especificados en el Apéndice V\* por año, por países y centros de Investigación. En cada caso figuran los profesores y su procedencia. En el caso de tratarse de profesores de otros países de Latinoamérica, los mismos tienen relación directa con el Centro Sede por ser, o haber sido, investigadores asociados del mismo. Es de hacer notar que en cada país el número de Instituciones que aparecen en el Apéndice V\* para cada país son limitadas. Estas Instituciones son las designadas por los organismos de enlace de cada país como las responsables para actuar en el programa. Esta limitación es, sin embargo, aparente toda vez que en los cursos y seminarios concurren investigadores y profesores de muchas otras Instituciones de cada país. Ello es una prueba del efecto multiplicador del Programa así como de su capacidad de tender a Programas Unificados de Metalurgia en cada país. Ello ya ha ocurrido en Chile, por ejemplo, en que el Programa ya integra 7 de las 8 Universidades del país, es decir todas aquellas que poseen Metalurgia. Ello se hace a través del Consorcio de Universidades que integran el Programa en Chile.

Para resumir la acción en el área de formación de recursos humanos podemos decir que el Programa ha tendido a dar una dinámica especial a los cursos y seminarios, integrándolos con la investigación y reciclamiento en áreas críticas de la Industria y el ámbito académico de manera tal que los cursos y seminarios pasarán a ser un elemento positivo en las primeras líneas de acción, esto es formación de cuadros con formación moderna capaces de enfrentar y resolver los crecientes desafíos que impone la moderna Tecnología. El Apéndice VI\* da un resumen de la formación de recursos humanos del Programa a través de las acciones detalladas precedentemente.

\* Puede solicitarse al autor copia de los Apéndices III, IV y V.

## 2) Investigación y Desarrollo

Tal como ha sido explicitado anteriormente (1) las líneas de Investigación y Desarrollo del Programa han ido evolucionando a través del tiempo a medida que la formación de recursos humanos permitía una focalización mayor en la resolución de problemas tecnológicos, al cual coadyuvan la investigación en todo el espectro investigativo desde la parte básica a la tecnológica. En una primera etapa las líneas de Investigación fueron por disciplinas, habiéndose elegido aquellas de importancia común a todo el Continente: a) Solidificación, fundición y soldadura. b) Fisicoquímica de metales, transformaciones en estado sólido y tratamientos térmicos. c) Corrosión de metales y aleaciones. d) Deformación plástica, plasticidad y trabajado mecánico de metales y aleaciones. e) Metalurgia de metales ferrosos. En cada una de esas líneas de Investigación y Desarrollo se realizaron trabajos en diferentes áreas de manera de cubrir todo el espectro de investigación desde la básica a la tecnológica, lo que por supuesto, tal como era de prever, varió en cada caso. En las líneas de investigación mencionadas actuaron en el período Marzo 1969-Junio 1976 un total de 91 investigadores según el siguiente detalle: a) Personal del Centro Sede: 38. b) Investigadores Latinoamericanos Asociados: 23. c) Inversores asociados de diferentes centros de investigación del país: 20. d) Investigadores contratados por el Programa como personal local: 10. Estos últimos se incorporaron al Centro Sede u otros Centros de Investigación o Producción del País.

A partir del año 1974 el Programa va evolucionando al agregarse a las actividades anteriores dos proyectos específicos integrados interdisciplinarios, de fuerte componente tecnológico: a) Anodos de sacrificio; b) Aceros microaleados al Nb (1). Esta experiencia afortunada hace que a partir de 1976 a las actividades de Investigación y Desarrollo se integren Proyectos interdisciplinarios, los que integran la antigua estructura por disciplinas y los proyectos específicos integrados en 6 áreas prioritarias de I y D, cuyos detalles han sido dados en un trabajo anterior (1). Dichas áreas son: a) Extracción calórica en el sistema metal/molde. b) Aceros estructurales de baja aleación. c) Corrosión. d) Materiales magnéticos blandos. e) Tratamientos térmicos de aceros. f) Aleaciones especiales.

## 3) Otras Actividades del Programa

### a) Informática

En esta área la acción del Programa se entronca con la del Centro Sede y bajo la misma dirección, la Dra. Sara Volman de Tanis. El Programa ha contribuido a la biblioteca del Centro Sede con 1.250 volúmenes con un valor del orden de 30.000 dólares. Asimismo brinda información a todos los centros del Continente que actúan dentro del Programa en forma directa o indirecta.

### b) Tareas de Asistencia Técnica en Latinoamérica

Además de los cursos y seminarios dados en Latinoamérica, los que se en-

cuentran explicitados en el Apéndice V\* se han realizado otra serie de acciones tendientes a reforzar la estructura científico tecnológica del Continente; estas acciones son de dos tipos: (i) misiones en los países del área de profesionales del Centro Sede argentino; (ii) misiones en el Centro Sede argentino por períodos cortos de profesionales del área. En ambos casos las actividades se encuentran en algunas de las siguientes acciones:

- 1) Asistencia a Universidades e Institutos, tanto sean ellos asociados al Programa o no. Colaboración en la preparación de programas y planes de estudio. Trabajos de investigación conjunta. Actividades comunes que permiten aprovechar las visitas de expertos y profesores de jerarquía internacional.
- 2) Utilización de equipos de alto costo. Efectuar mediante acuerdos la utilización de equipos de alto costo.
- 3) Asistencia Técnica a la estructura científico industrial de la región. Dentro de ese espíritu se han realizado misiones en el Continente por diferentes miembros del Programa y han realizado estancias cortas en el Centro Sede, las que varían entre una semana y varios meses.

#### c) Datos Complementarios para una evaluación integral del Programa

El Programa Multinacional de Metalurgia ha colaborado desde su creación en forma intensa en la mayoría de los eventos que a nivel nacional y aún regional hayan estado conectados con la Metalurgia, tales como Simposios, Jornadas, Seminarios, Congresos, Conferencias y Mesas Redondas. En el caso específico de las Jornadas Metalúrgicas de la Sociedad Argentina de Metales colaboró en forma protagónica en las IV, V y VI Jornadas, siendo esta última la I a nivel Latinoamericano. Instituyó el Premio Multinacional de Metalurgia destinado a premiar con una medalla de oro a quienes se hayan destacado en su acción en el desarrollo de la Metalurgia en escala regional. Los premiados fueron:

Ing. Eduardo Abril - IV Jornadas Metalúrgicas, Córdoba 1970.

Prof. Jorge Sabato - V Jornadas Metalúrgicas, Buenos Aires 1972.

Dr. Luis Correa da Silva del Brasil - VI Jornadas Metalúrgicas y I Latinoamericanas, Buenos Aires 1974.

Las acciones detalladas con anterioridad dan una idea acabada de las realizaciones del Programa, las que para su completa evaluación deben ser completadas con las siguientes: i) El Apéndice VII\* detalla la nómina de expertos que han colaborado con el Programa desde su comienzo, su procedencia, tiempo de estadía y grado de interacción. ii) Dentro del Programa se han efectuado más de 250 publicaciones de la serie propia denominada PMM que corresponde a: Apuntes de cursos y seminarios de todos los niveles (PMM/A); tesis de doctorado (PMM/T); presentaciones a Congresos (PMM/C); trabajos de investigación (PMM/I); trabajos de Revisión (PMM/R). Estas publicaciones han servido para la difusión del conocimiento en Latinoamérica, donde un gran número de las mismas han servido como tex-

\* Puede solicitarse al autor copia de los Apéndices V y VII.

tos de Cursos y Seminarios, así como consulta en tareas de I y D. iii) Los resultados emergentes de las tareas de I y D han dado lugar a más de 50 trabajos de nivel internacional, publicados o aceptados en revistas internacionales de primera categoría de Canadá, Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Alemania, Brasil y Argentina. iv) Los resultados de los trabajos de I y D realizados en el marco del Programa han sido presentados a más de 50 Congresos en Argentina, Brasil, Venezuela, Chile, Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania e Inglaterra, habiéndose presentado más de 140 trabajos. v) Miembros del Programa han recibido 20 menciones honoríficas o especiales consistentes en: a) premios por trabajos de alto nivel en Conferencias internacionales; b) Invitaciones especiales a dar conferencias claves en Congresos internacionales; c) Trabajos seleccionados como claves en especialidades de Metalurgia, etc. El Programa ha invertido una suma superior a los 250.000 dólares en equipos y repuestos para mantener en funcionamiento los trabajos de I y D que se realiza en el Centro Sede. Los equipos se encuentran bajo inventario periódicamente controlado por auditores especiales que representan la Sede Central del Programa en Washington.

#### IV. PROYECCION DEL PROGRAMA OEA-CNEA

A) El Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA pertenece al área Tecnológica del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la OEA. Por consiguiente todas sus acciones están focalizadas a reales impactos tecnológicos y acciones en el área de transferencia de tecnología. El camino elegido de integrar todo el espectro de investigación en ese fin, urge en repetirlo, es el único capaz de lograr un éxito palpable. De esta manera es la interacción con la realidad Industrial la que justifica el accionar del Programa. De esta contrapartida y una renovada y fuerte interacción con la misma se logrará el fin anhelado: realizar transferencias tecnológicas concretas e innovaciones que tiendan a disminuir la dependencia del Continente. Ello presupone un largo camino y la acción simultánea en todos los frentes que se han analizado. Actualmente se encuentran en desarrollo las siguientes acciones:

##### 1) Aceros microaleados de laminado controlado

La acción desarrollada primeramente a través del Proyecto específico integrado y luego del proyecto de aceros ha llevado a la concreción de coladas a nivel industrial de la Industria Siderúrgica del país. Nuevos tipos de aceros no existentes en el mercado se han incorporado a él, con mejores propiedades mecánicas y de Soldabilidad las que en este momento se están aplicando con éxito en soluciones estructurales en el área de construcciones y transporte, por ejemplo en la construcción de acoplados y semiacoplados.

##### 2) Estructuras y propiedades de "wire bars" de cobre

En colaboración con la Universidad Católica de Valparaíso, Chile, y la Empresa Nacional Minera (ENAMI) de ese país, que ha contribuido con media tonelada de cobre "tough pitch" se encuentra en pleno desarrollo el análisis del origen, desarrollo y propiedades mecánicas de las estructuras de las "wire bars" de cobre utilizadas para la producción de cobre grado eléctrico. Los resultados de planta piloto que ya se han obtenido y se obtendrán en el Centro Sede, serán extrapolados a escala industrial ya sea en Chile y/o Argentina.

3) Anodos de sacrificio

Este desarrollo marcha en forma adecuada con contrapartes en el SENID y una empresa de protección catódica. Ya se ha obtenido excelentes resultados experimentales en el campo y actualmente se encuentra en proceso una patente de Anodo de Sacrificio de Aleación de Aluminio Fundido.

4) Materiales magnéticos blandos

Este Proyecto tiene su contrapartida industrial. Los resultados son más que halagueños y su concreción definitiva resultaría en un desarrollo de relevancia internacional, toda vez que se encuentra relacionado con las chapas de Fe-Si de grano orientado, fundamentales en la industria electromecánica.

5) Soldadura por electroescoria de grandes espesores

Las investigaciones desarrolladas en esta área han permitido la fuerte interacción con AFNE, empresa naviera estatal, a la cual se ha transferido la gran experiencia acumulada en el proceso. Ello permitió poner en operación equipos incorporados en esa área de la moderna tecnología de soldadura de grandes espesores. Es de hacer notar que las investigaciones en esta área han recibido de los más altos directivos de los fabricantes de equipos de soldadura de Estados Unidos especial atención y menciones poco comunes.

6) Estructura y defectos superficiales en colada semicontinua de aleaciones de aluminio

Actualmente se encuentra en pleno desarrollo un trabajo de colaboración del Grupo de Solidificación y Fundición del Programa con la Gerencia de Investigación y Desarrollo de Aluar, productora de aluminio del país, a los efectos de investigar problemas emergentes de anomalías estructurales y defectos superficiales en barras obtenidas por colada semicontinua. Se aplican los extensos conocimientos desarrollados en el Centro Sede en extracción calórica y su relación con estructuras y subestructuras de segregación. En el mismo Proyecto colabora el Grupo de Investigación en Metales del IMAF bajo la dirección del Dr. H. Bertorello, quien se doctorara en el marco del Programa, el que se centra en aleaciones estructurales de aluminio.

7) Fundición de aleaciones de aluminio

En colaboración con el Consejo de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (C.I.C.) y la industria de Fundición del Aluminio de la zona del Gran Buenos Aires y la zona de Tandil, se ha definido un programa de trabajo de fundición de aluminio, especialmente las aleaciones AS10 G, en coquilla, shell molding y moldes de yeso, a los efectos de transferir los conocimientos en el área de transferencia calórica desarrollados en el marco del Programa a la resolución de problemas existentes en dicha Industria.

## B) Proyecto Especial en Tecnología del Aluminio y el Cobre

La reunión de coordinación de Mayo de 1976 discutió y aprobó la necesidad de integrar Proyectos especiales de "La Cuenta de Mar del Plata", en los cuales debieran de participar la mayor cantidad posible de países, de manera de cumplir con el propósito de Multinacionalidad que motoriza la filosofía de dicho Proyecto. Luego de un amplio cambio de opiniones se decidió como altamente conveniente para la región un proyecto especial en el área de la Metalurgia del aluminio y el cobre, lo que cubre las necesidades de interés de los países que asistieron a la reunión de coordinación: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Honduras, México, Perú, R.O. del Uruguay y Venezuela. Brasil dispuso financiar una reunión de coordinación en su territorio a fin de concretar la idea. Los coordinadores se comprometieron a aportar en la misma planes concretos de trabajo. La reunión en esa oportunidad consideró por unanimidad que este tipo de acciones es una consecuencia directa e importante de la labor realizada por el Proyecto hasta el momento y una lógica extensión a áreas tecnológicas especiales de la región donde la colaboración continental ha de redundar en beneficios directos.

La reunión se llevó a cabo en Nova Friburgo entre el 12 y 14 de enero de 1977 y todos los representantes de la reunión de Buenos Aires se hicieron presentes con la excepción del Perú por razones ajenas a la reunión misma. La Introducción de las minutas de la reunión dice: "Se considera que dentro de la Industria Metalúrgica, los elementos de decisiva importancia para el Subcontinente Americano, son: el hierro, el carbón, el aluminio y el cobre. Por consiguiente, debieran ser focalizados esfuerzos en el desarrollo integral de dichas áreas a través de acciones mancomunadas. En la actualidad existe en el marco de la OEA un proyecto especial que considera el carbón. La Reunión de Coordinación del Proyecto Multinacional de Metalurgia, realizada en Buenos Aires, Argentina, entre el 24 y 28 de Mayo de 1976, consideró la posibilidad cierta de integrar un Proyecto Específico de Tecnologías del Aluminio y el Cobre, sobre la base de la capacidad instalada del continente, en lo referente a instituciones de investigación y desarrollo y personal idóneo de alto nivel profesional, la mayoría del mismo formada a través del propio Proyecto Multinacional de Metalurgia. En lo referente al hierro y sus aleaciones, se enfatiza su importancia y la necesidad de, en un plazo corto, coadyuvar a la formulación de un proyecto especial, que trate sobre los problemas siderúrgicos".

"El presente documento corresponde a la Reunión preparatoria, financiada por el Proyecto Multinacional de Metalurgia en Brasil, destinada al análisis, desde el punto de vista de la oferta de las instituciones del Continente y con información sobre requerimientos de la demanda del sector Cobre y Aluminio, con el fin de elaborar un proyecto de I y D, a ser presentado a los Organismos de Enlace de los países participantes en el Proyecto y la OEA, para que sirva de base para la formulación de un Proyecto Especial en esta área, una vez sometido a los trámites reglamentarios vigentes".

La reunión se desarrolló en sesiones plenarias y se llegó a un análisis exhaustivo de los aspectos económicos y técnicos relacionados con el aluminio y el cobre en cada país, los intereses de cada país en materia de investigaciones sobre sus metales y los cálculos presupuestarios preliminares. La representación argentina

tina estuvo a cargo del Director del Programa, Ingeniero Biloni, quien llevó como documento base para discutir un exhaustivo análisis en tres tomos llamados "La Metalurgia del Aluminio en la Argentina" realizado dentro del Programa de Transferencia de Tecnología de la OEA-SECYT. El tomo I trata sobre la "Situación de las materias primas para la producción de aluminio primario. Posibilidades de autoabastecimiento de aluminio metalúrgico" siendo su autor Alberto F. Bonfiglioli. El tomo II "Posibilidades de Investigación y Desarrollo en Aluminio y sus Aleaciones" por Heraldo Biloni y el tomo III "Transformación del Aluminio, Ensayo de Regimen de Tecnología", autores: Gerardo Gargiulo, Clemente Panzore y Juan A. Valeiras. Se fijaron en las reuniones las áreas de interés de todos los países desde la metalurgia extractiva a la de transformación. Sobre la filosofía a la que debiera apuntar el Proyecto especial se sugirió:

- 1) La necesidad de definir, en primer lugar, áreas de trabajo y a continuación los temas específicos dentro de esas áreas.
- 2) Hubo consenso sobre la necesidad de determinar polos de desarrollo en cada una de las áreas, es decir, centros que por la cantidad de equipos, experiencias y calidad de sus recursos humanos, pueden llevar la iniciativa en el desarrollo de los proyectos de investigación.
- 3) Se hizo énfasis en la conveniencia de que los trabajos que se emprendan fomenten la investigación latinoamericana, permitiendo paralelamente la interacción entre personas de distintos países, en cada una de las áreas, dado que existe una gran capacidad instalada como resultado del funcionamiento del Proyecto Ordinario de Metalurgia.

Dicho Proyecto se encuentra apoyado por el Organismo de Enlace de Argentina, así como de otros países del Continente y se considera factible su instrumentación a partir del año próximo. Es de hacer notar que en el caso argentino, y, principalmente en el área del Aluminio, la interacción creciente entre el Programa y la Industria es muy promisoría y crece continuamente.

C) El Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA como centro de gravedad en el desarrollo tecnológico argentino y Latinoamericano.

La acción continuada del Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA en el ámbito nacional y Latinoamericano lo ha capacitado para emprender una acción coordinadora que coadyuve a la independencia tecnológica de la región.

En el medio nacional su Director, Ing. H. Biloni, ha sido comisionado por la CNEA, en estrecho contacto con la OEA y los organismos de enlace del país con esa Organización, para coordinar un Programa Prioritario de Metalurgia a escala nacional. Ello se lleva a cabo en estos momentos y comprende el siguiente esquema:

- i) El ámbito de la infraestructura científico técnica del país formado por la CNEA, el INTI, CITEFA, Universidades Nacionales, CIC, CONICET, SENID, etc.

- ii) Los Organismos de la conducción y Planeamiento nacional tales como la SECYT, que motoriza el Proyecto y el Ministerio de Planeamiento que concentra la cooperación técnica a través de los Programas de OEA y Naciones Unidas.

Los ámbitos i) y ii) han de establecer áreas prioritarias de I y D en Metalurgia de manera de interactuar con la Industria Nacional la que se encuentra representada por interlocutores válidos capaces de presentar la realidad industrial del país. Estas Organizaciones son, como ejemplo, el Instituto Argentino de Siderurgia, IAS, la Gerencia de Investigación y Desarrollo de Aluar, Productora de Aluminio Primario, etc. Una comisión ad hoc ha de expedirse en el marco de la SECYT recomendando acciones a tomar en: a) formación de recursos humanos; b) líneas prioritarias de I y D; c) Implementación de las mismas con vías a impactos tecnológicos en el sistema productivo. El funcionamiento del esquema precedente debiera de optimizar los fondos de I y D disponibles en el país.

En el área regional la acción resulta simétrica, toda vez que ya el Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA integra acciones conjuntas con Instituciones hermanas del Continente. La implementación de Proyectos Especiales como el del aluminio y cobre son, sin duda, herramientas idóneas para la transferencia tecnológica buscada, toda vez que dichos Proyectos deberán tener una relación estrecha y fluida con la realidad Industrial.

Las acciones señaladas, todas ellas de carácter general y global, están formadas por acciones particulares que participan de la misma filosofía. A modo de ejemplo puede citarse la acción que actualmente está en pleno desarrollo a través de un convenio entre el C.I.C. de la Provincia de Buenos Aires y el Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA. Este Proyecto que se entronca con interacciones con la Industria del Aluminio y el IAS tiene los siguientes objetivos: i) Creación de nuevos centros de excelencia en Metalurgia en lugares de concentración tecnológica, Tandil y San Nicolás, a través de la Universidad del Centro y la Universidad Tecnológica. Ello se logrará formando recursos humanos e impulsando temas de investigación relacionados con la realidad industrial. ii) Apoyo y consolidación de Centros ya formados en Metalurgia, tales como la Universidad Nacional del Sur y la Universidad Nacional de La Plata, los que cuentan con grupos que interactúan desde hace años con el Programa. iii) Trabajos de Investigación y Desarrollo en áreas prioritarias tales como la Tecnología del Aluminio y los Aceros. A esos efectos se encuentran en plena organización Seminarios exhaustivos sobre ambos temas en los que especialistas de todo el país volcaran su experiencia de manera de colaborar activamente en definir líneas prioritarias de Investigación y Desarrollo que la Industria reclama para aumentar su eficiencia.

#### AGRADECIMIENTOS

El autor desea destacar el apoyo sin retaceos que ha recibido el Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA, de las autoridades de la Comisión Nacional de Energía Atómica, Sede del mismo, así como de los funcionarios del Organismo de Enlace argentino con la OEA y las autoridades de esta Organización a través de la Dirección del Programa Regional de Desarrollo Científico Tecnológico.

gico y la Oficina de la OEA en Buenos Aires. Asimismo desea resaltar el estrecho contacto que a través de los años de funcionamiento ha habido con los coordinadores del Programa en los restantes países de Latinoamérica que intervienen a escala regional.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) BILONI, H., El Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA, antecedentes, origen, desarrollo y perspectivas, Publicación PMM/C-236.
- (2) Proyecto Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA: Resumen de Actividades 1969-1974.
- (3) Proyecto Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA: Resumen de Actividades 1974-1976.
- (4) TANIS, S.V. de, KITTL, J.E., Veinte años de Investigación y Desarrollo, Publicación de Gerencia de Desarrollo CNEA (1976).
- (5) DE MICHELI, S.M. de, HEY, A.M., BILONI, H., El Programa Multinacional de Metalurgia: un proyecto para el desarrollo científico tecnológico de Latinoamérica, PMM/C-200 (1976).
- (6) LIBANATI, N.A. de, Cursos Panamericanos de Metalurgia. Evaluación y perspectivas, PMM/C-32 (1970).
- (7) Evaluación de los Cursos Panamericanos de Metalurgia (Primera Reunión de Egresados), PMM/A-118 (1970).
- (8) LIBANATI, N.A. de, SABATO, J., El Curso Panamericano de Metalurgia, una experiencia en educación de postgrado, Congreso Interamericano sobre Tecnología de Materiales: 20-24 Mayo de 1968, San Antonio, Texas, USA.
- (9) Actividades de la Gerencia de Tecnología de la CNEA 1955-72, Publicación CNEA.
- (10) BAEZ, L., GALLO, R.C. de, TANIS, S.V. de, Lista de publicaciones del Departamento de Metalurgia de la CNEA - 1955-1975, Publicación de la Gerencia de Tecnología de la CNEA.
- (11) SABATO, J.A., Quince años de Metalurgia en Argentina, Ciencia Nueva, N° 15 (1972) pág. 7.

APENDICE I. Cursos Panamericanos y de Entrenamiento Avanzado Desarrollados en el Centro Sede Hasta 1977.

CURSO	participantes	egresados	eg.arg.	eg.resto L.A.	prof. ext.	prof. arg.	% eg. arg.	% eg. resto L.A.	% prof. ext.	% prof. arg.	OBSERVACIONES
1962: 1°CPM	13	13	3	10	20	1	23%	77%	95%	5%	actuaron 2 profesores brasileños y 2 chilenos. % Prof. L.A. = 24%
1965: 2°CPM	14	12	1	11	12	8	8%	92%	60%	40%	actuó un profesor brasileño. % Prof. L.A. = 45%
1967: 3°CPM	16	14	9	5	13	9	64%	35%	59%	41%	Actuó un profesor brasileño. % Prof. L.A. = 45.6%
1968: 4°CPM	18	17	7	10	11	12	41%	59%	48%	52%	actuó un profesor brasileño. % Prof. L.A. = 56.5%
1969: 5°CPM	26	24	14	10	12	10	58%	42%	55%	45%	
1970: 6°CPM	25	24	11	13	14	13	46%	54%	52%	48%	
1971: 7°CPM	27	25	10	15	7	17	40%	60%	29%	71%	
1972: 8°CPM	28	25	13	12	10	24	52%	48%	29%	71%	actuaron dos profesores brasileños. % Prof. L.A. = 76%
1973: 9°CPM	18	17	3	14	7	37	18%	82%	16%	84%	actuaron dos profesores brasileños. % Prof. L.A. = 89%
1974: 10°CPM	19	19	9	10	6	25	47%	53%	19%	81%	actuó un profesor hondureño. % Prof. L.A. = 84%
1976: 1°CEAM	103	9	7	2	-	33	78%	22%	0%	100%	participantes son aquéllos que por lo menos cumplieron 1 módulo. Participantes L.A. = 14%
1977: 2°CEAM	101	9	5	4	1	37	60%	40%	3%	97%	
TOTAL	408	208	92	116	113	223	44%	56%	34%	66%	% Prof. L.A. = 70%

APENDICE II. Seminarios de Nivel Postdoctoral Desarrollados o en Desarrollo en el Centro Sede.

SEMINARIO	profesores	origen de los profesores	N° total egresados	N°		N°		N°	
				egresados arg.	egresados resto L.A.	egresados arg.	egresados resto L.A.	partic. parciales	partic. resto L.A.
I									
Solidificación y Fundición	H. Biloni	CNEA, Argentina	24	12	12	9	3		
	M. C. Flemings	MIT, USA							
	F. Weinberg	Vancouver Univ., Canadá							
	R. W. Kraft	Lehigh University, USA							
	W. F. Savage	Rensselaer Polytech. Inst., USA							
II									
Transformaciones de Fase y Tratamientos Térmicos	A. Cabo	CNEA, Argentina	32	14	18	17	1		
	S. R. Keown	Univ. of Sheffield, Inglaterra							
	M. Hillert	Royal Inst. of Technology, Suecia							
	T. Bell	Univ. of Liverpool, Inglaterra							
III									
Corrosión	N. Sato	Hokkaido Univ., Japón	19	10	9	7	4		
	J. B. Lumsden	Ohio State Univ., USA							
	J. Kruger	National Bureau of Standards, USA							
	A. J. Arvia	INIFTA, Argentina							
	J. R. Galvele	CNEA, Argentina							
TOTALES			75	36	39	33	8		

APENDICE VI. Resumen de las actividades de la formación de recursos humanos en el período 1969-1977, del Programa Multinacional de Metalurgia.

Actividad	Egresados	Otros participantes	TOTAL
5°-10°CPM (6 cursos)	134	-	134
CEAM I	9	94	103
CEAM II	9	92	101
Cursos de Reciclado para la Industria (60 cursos)	715	-	715
Cursos de Reciclado para Investigadores y Profesores (66 cursos)	1.171	-	1.171
Seminario de nivel postdoctoral (3 seminarios)	75	41	116
Tesis Doctorales	30	10	40
Cursos y Seminarios en Latinoamérica (71 cursos y seminarios)	2.376	-	2.376
Investigadores asocia- dos latinoamericanos por períodos cortos en el Centro Sede	26	-	26
<b>TOTALES</b>	<b>4.545</b>	<b>237</b>	<b>4.782</b>