

E.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
N° 3	AÑO 1986

00.86.15

CNEA-NT 8/86

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
Dependiente de la Presidencia de la Nación
GERENCIA DE DESARROLLO

DESARROLLO DE RECURSOS HUMANOS EN METALURGIA
BALANCE DE UNA EXPERIENCIA
2° EDICION

Sara VOLMAN de TANIS

Buenos Aires

1986

La autora rinde su homenaje al Profesor J. A. Sábato, creador y líder de la actividad metalúrgica en la C.N.E.A. y promotor de la investigación en metalurgia y desarrollo tecnológico en la República Argentina y en latinoamérica como lo demuestran las múltiples actividades descriptas en este trabajo.

La primera edición se publicó en 1980 dentro de la serie PMM/I-287 cuyos autores han sido Sara Volman de Tanis y Jorge A. Sábato.

INDICE

1.	Introducción	Pág. 1
2.	Programas de Capacitación en Metalurgia.	Pág. 8
2.1.	Programa interno de entrenamiento en metalurgia.	Pág. 8
2.2.	Programam Multinacional de Metalurgia (PMM).	Pág. 9
2.3.	Curso Panamericano de Metalurgia (CPM).	Pág. 10
2.4.	Curso de Entrenamiento avanzado en Metalurgia. (CEAM).	Pág. 11
2.5.	Proyecto Multinacional de Tecnología de Materiales (PMTM).	Pág. 12
2.6.	Curso de Metalurgia y Tecnología de Materiales (CMTM).	Pág. 12
2.7.	Seminarios Latinoamericanos a Nivel Post-Doctoral (SPD).	Pág. 13
2.8.	Instituto de Ensayos No Destructivos (INEND).	Pág. 13
2.9.	Proyecto Regional de Ensayos No Destructivos (PREND).	Pág. 15
2.10.	Curso de Tecnología de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación.	Pág. 16
2.11.	Tesis de Doctorado.	Pág. 16
2.12.	Tesis de Licenciatura o Maestrado.	Pág. 16
3.	Participantes del Programa de Capacitación en Metalurgia (PCM).	Pág. 17.
3.1.	Categorización de los participantes.	Pág. 17
3.2.	Procedencia de los participantes.	Pág. 18
3.2.1.	Procedencia de los participantes según su país de origen.	Pág. 19
4.	Antecedentes profesionales de los participantes.	Pág. 22

4.1. Distribución de los participantes según su procedencia y profesión.	Pág. 23
4.2. Especializaciones dentro de la ingeniería.	Pág. 26
4.3. Niveles académicos en las ciencias físicas.	Pág. 28
4.4. Niveles académicos en las ciencias químicas.	Pág. 29
5. Distribución de las edades de los participantes del PCM en el momento de asistir a los cursos.	Pág. 31
6. Permanencia de los participantes en la C.N.E.A.	Pág. 33
7. Actividad principal de los participantes del PCM.	Pág. 35
7.1. Análisis de las actividades de los participantes.	Pág. 35
7.1.2. Análisis de la actividad principal de los participantes del PCM según su relación con la CNEA.	Pág. 37
8. Categorización ocupacional de los participantes del PCM.	Pág. 40
8.1. Categorías, descripción.	Pág. 40
8.2. Categorías ocupacionales según el país de procedencia.	Pág. 40
8.3. Categorías ocupacionales de los participantes del PCM y su relación con C.N.E.A.	Pág. 43
9. Doctorados obtenidos por los participantes del PCM.	Pág. 45
10. Licenciaturas y maestrados obtenidos por los participantes del PCM.	Pág. 46

11. Distribución por país de origen de los profesores de los PMM, CEAM y CMTM.	Pág. 47
12. Análisis de los seminarios latinoamericanos de post-doctorado (SPD).	Pág. 50
12.1. Metodología de evaluación de los SPD.	Pág. 51
12.2. Procedencia de los participantes de los SPD.	Pág. 52
12.3. Distribución de los participantes de los seminarios según su lugar de trabajo.	Pág. 53
12.4. Antecedentes profesionales de los participantes a los SPD.	Pág. 54
12.5. Distribución por edades de los participantes a los SPD.	Pág. 56
12.6. Distribución de los participantes de los SPD por tipo de actividad.	Pág. 57
12.7. Utilidad de los SPD para los participantes.	Pág. 57
13. Instituciones en las que han recibido entrenamiento los participantes del PIEM.	Pág. 61
14. Impacto institucional del PCM.	Pág. 64.
14.1. Argentina	Pág. 64
14.2. Bolivia	Pág. 70
14.3. Brasil	Pág. 70
14.4. Centroamérica.	Pág. 71
14.5. Honduras	Pág. 71
14.6. Colombia	Pág. 72
14.7. Chile	Pág. 74
14.8. Ecuador	Pág. 75
14.9. México	Pág. 75
14.10. Perú	Pág. 78
14.11. Venezuela	Pág. 79
15. Historia de casos de participantes del programa de capacitación en Metalurgia.	Pág. 80

Conclusiones.	Pág. 86
Agradecimientos.	Pág. 88
Apéndice N° 1: Encuesta.	Pág. 89
Apendice N° 2: Plan de Estudio de un CPM.	Pág. 90
Apéndice N° 3: Encuesta.	Pág. 101
Apéndice N° 4: Encuesta.	Pág. 102

1. INTRODUCCION

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 funcionamiento de reactores nucleares de investigación y de potencia y con la producción y utilización de los elementos combustibles de esos reactores (con excepción de la extracción, refinación y purificación de uranio, responsabilidad de otro departamento de la CNEA).

Jorge A. Sábato fue contratado para organizar ese Departamento y en uno de sus primeros memorandos (febrero 1955) a las autoridades de CNEA precisó que como la calidad de un centro de investigaciones se mide no por los metros cuadrados de edificación ni por los millones de pesos invertidos en aparatos sino por la calidad de la materia gris de sus investigadores, debería darse prioridad fundamental a la formación de recursos humanos de alto nivel.

En mayo de 1955 comenzaron las primeras actividades -un curso teórico-práctico de capacitación en Metalurgia de Transformación destinado a los primeros profesionales del plantel- de lo que iba a resultar un programa sistemático, que se continuaría sin interrupciones durante 30 años, y al que en este trabajo denominaremos Programa de Capacitación en Metalurgia (PCM).

Es importante tener en cuenta 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, reducida a cursillos de extensión en un par de Facultades de Ingeniería. La mayor actividad se realizaba entonces en algunos laboratorios de control de calidad pertenecientes a organismos públicos y a empresas estatales y privadas, en los que se efectuaban análisis químicos y metalográficos, ensayos físicos y mecánicos y otras tareas similares.

De esta circunstancia resultaron tres consecuencias significativas para el P.C.M.

- a) Los primeros profesionales contratados para integrar el Departamento de Metalurgia provenían de carreras distintas, tales como de la ingeniería química, mecánica, civil, aeronáutica; licenciatura en química y en física. A esta heterogeneidad de orígenes había que agregar que ninguno tenía entrenamiento en Metalurgia.
- b) No había perspectivas para que esa situación fuese a cambiar en un plazo razonable, por lo que el Departamento de Metalurgia tendría necesariamente que atender por sus propios medios y durante muchos años a la formación de su plantel.
- c) Era menester, sin embargo, colaborar en el desarrollo de la actividad académica y docente en las universidades, la solución más razonable - en el largo plazo- para asegurar la provisión de los recursos humanos necesarios en Metalurgia, no sólo para la CNEA sino para el país todo. Esta acción, que se realizaría sistemáticamente durante 30 años en numerosas universidades y centros de investigación de todo el país, comenzó de inmediato con la organización (por pedido expreso del Departamento de Metalurgia, que colaboró activamente en su puesta en marcha) de la especialidad en Física de Metales -la primera en el país- en el Instituto José A. Balseiro (San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro), creado por la CNEA en agosto de 1955.

En materia de recursos humanos la decisión de mayor trascendencia es definir que clase de formación debe impartirse para obtener los mejores resultados. Esto es particularmente difícil en el caso de la metalurgia empleada en relación con la energía nuclear por la diversidad de materiales, procesos y productos metalúrgicos que intervienen en ella. Existían

entonces (y todavía existen) en centros especializados de los países más adelantados (EE.UU., Inglaterra, Francia) cursos especializados en Metalurgia Nuclear, en los que el énfasis fundamental está puesto en los aspectos que importan en las aplicaciones nucleares de la Metalurgia. La mayoría de las comisiones de energía atómica de los países en desarrollo han capacitado a sus metalurgistas en esos cursos. Pero en la Argentina no se hizo así sino que se tomó una decisión radicalmente distinta, y que fue muy criticada en su momento en diversos círculos. El Departamento de Metalurgia resolvió (y las autoridades de CNEA lo aprobaron) que la formación de su personal se realizaría 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 consecuencia su personal debería:

- a) Capacitarse en los principios básicos de la Metalurgia Física, tales como estructura cristalina, teoría de defectos, teoría de aleaciones, físico-química de fenómenos metalúrgicos, etc. Algunos de nuestros críticos dijeron entonces que lo se hacía era "enseñar a cazar electrones en una pieza vacía", algo totalmente inútil para formar un metalurgista.
- b) Capacitarse en los problemas básicos de la metalurgia física tales como solidificación, recristalización, transformación de fase, fatiga, etc. para luego aplicar esos conocimientos a los estudios de esos mismos fenómenos en los materiales de interés nuclear.
- c) Capacitarse en los procesos básicos de la Metalurgia de Transformación tales como fundición, laminación, extrusión, soldadura, etc. Otros críticos afirmaron que "por ese camino íbamos a tardar 50 años antes de ser capaces de hacer un elemento combustible para un reactor nuclear". Se equivocaron por un factor 25 ya que en 1957 se fabricaron los primeros elementos combustibles.

En resumen: la capacitación en Metalurgia Nuclear sería consecuencia de una sólida capacitación en Metalurgia de Transformación.

En cuanto a la forma de alcanzar esa capacitación, el personal debería:

- a) Capacitarse teóricamente para usar la propia cabeza en el planteo, análisis y resolución de problemas, y no para "saber" en el sentido libresco.
- b) Capacitarse experimentalmente para aprender a usar las propias manos y comprender que lo más importante de un aparato o equipo es la persona que los utiliza.
- c) Capacitarse con dedicación full-time, única receta conocida para formar profesionales competentes y serios.
- d) Completar la formación en el exterior en los centros de más alto nivel, pero hacerlo sólo luego de haber aprendido a trabajar en la Argentina en las circunstancias argentinas, con los recursos argentinos y ante las dificultades argentinas.

Estos han sido los criterios rectores del P.C.M. que, en 1962, con la realización del Primer Curso Panamericano de Metalurgia extendió su acción fuera de la Argentina, a los países de la O.E.A. Esta acción internacional, primordialmente latinoamericana, se intensificó notablemente a partir de 1969 con la puesta en marcha del Programa Multinacional de Metalurgia (PMM) que se continuó a través del Proyecto Multinacional de Tecnología de Materiales (PMTM) a partir de 1981.

En el período 1955-1985 unos 650 profesionales latinoamericanos han recibido entrenamiento en Metalurgia por medio de las diversas actividades del P.C.M. El objeto de este documento es evaluar esa tarea de 30 años; el procedimiento elegido para realizarlo ha consistido en tratar de saber qué han hecho esas personas una vez terminado su período de entrenamiento en el P.C.M.: dónde han trabajado, en qué carácter, cómo se han desempeñado, etc., y también qué influencia han tenido en la "propagación" de la Metalurgia en sus propios países y en el resto de la región y en particular qué instituciones han ayudado a desarrollarse. Con tal fin hemos podido rastrear la historia de unas 436 personas a través de una encuesta

escrita y entrevistas personales, obteniendo así un material estadístico relevante, cuyo análisis permite obtener valiosas conclusiones. La actividad analizada se realiza en la Gerencia de Desarrollo, que está integrada por los Departamentos de Combustibles Nucleares, Materiales (ex Departamento de Metalurgia), Instituto de Ensayos No Destructivos (son los que hasta el año 1976 integraron la ex-Gerencia de Tecnología), Departamento SATI (Servicio de Asistencia Técnica a la Industria), Departamento de Química y Departamento de Desarrollo de Procesos, estos dos últimos no incluidos en la encuesta.

En Metalurgia se realizan tareas de Investigación y Desarrollo en tópicos tales como: fundición, laminación, sinterización, soldadura, tratamientos térmicos, corrosión, daños por radiación, técnicas metalográficas de las más diversas, ensayos no destructivos y destructivos, laboratorios de ensayos especiales, estudios de comportamiento de materiales, fractomecánica, etc.

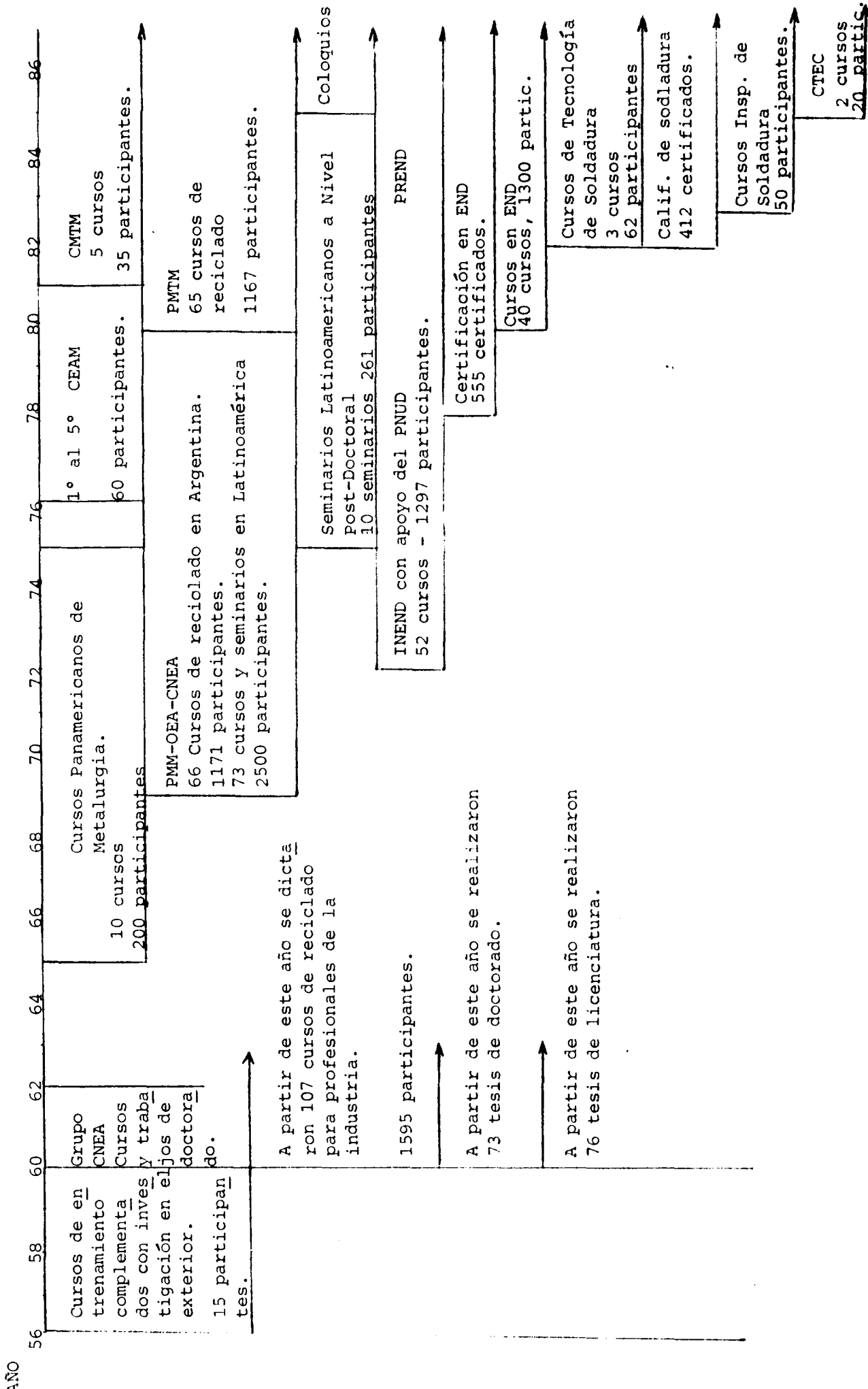
Se han publicado alrededor de 430 trabajos en las revistas científicas de mayor difusión mundial, alrededor de 1232 publicaciones internas y presentaciones a congresos, 14 patentes de invención, 10 normas que fueron adoptadas por el IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales), además de 223 informes internos de distribución limitada y 225 apuntes de cursos. Además de laboratorios, talleres, bibliotecas, etc. se contó entre otras plantas piloto con dos que han dado origen a dos fábricas que se encuentran en operación (CONUAR, FAE). Dentro del área de asistencia directa, se realizaron: desarrollo de nuevos productos, ensayos especiales cubriendo más de 2000 consultas y habiendo realizado 1343 trabajos de asesoramiento y asistencia técnica a las más diversas empresas argentinas.

En formación de recursos humanos, se han desarrollado múltiples actividades desde su creación con los primeros cursos dictados por profesores extranjeros, y posteriormente en forma metódica en cursos para postgraduados dedicados a egresados argentinos y de Latinoamérica contando con el apoyo de organismos internacionales como UNESCO, Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, National Science Foundation, OEA, ONUDI, OIEA, etc. Es precisamente con la OEA que esta actividad ha tenido

una gran evolución ya que con su apoyo se organizaron los Cursos Panamericanos de Metalurgia, Cursos de Entrenamiento Avanzado en Metalurgia, Cursos de Metalurgia y Tecnología de Materiales, y se realizaron más de 125 cursos de reciclado en la Argentina y setenta y tres en varios países de Latinoamérica, 10 seminarios de postdoctorado, etc. (ver cuadro 1). Con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD), se creó el Instituto Nacional de Ensayos No Destructivos en el año 1972 como proyecto de Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) para establecer en la Argentina un Instituto especializado que sirviera al desarrollo de los END como disciplina tecnológica en beneficio de la industria. Este programa realizó una tarea muy intensa en formación y entrenamiento de personal, y en el desarrollo de técnicas, habiendo establecido un sistema de calificación y certificación de operadores de END (el primero en su género en la Argentina) que actualmente es solicitado por las industrias más exigentes en calidad (nuclear, aeronáutica, etc.). El proyecto completó la faz informativa recibiendo becarios del exterior, expertos para asesoramiento local, dictado de seminarios y ha enviado becarios argentinos a los mejores laboratorios de la especialidad (ver cuadro N° 1).

En el año 1982 se formalizó el Proyecto Regional de Ensayos No Destructivos para Latinoamérica y el Caribe, participando del mismo 17 países y la C.N.E.A. actúa como centro sede del proyecto.

Cuadro 1.- Resumen de las actividades en el Desarrollo de Recursos Humanos.



2. PROGRAMAS DE CAPACITACION EN METALURGIA

En el período analizado de 30 años se realizó una actividad continua e intensa en desarrollo de recursos humanos consistente en:

- a) Un Programa Interno de Entrenamiento en Metalurgia.
- b) El Programa Multinacional de Metalurgia.
- c) Los cursos Panamericanos de Metalurgia.
- d) Los Cursos de Entrenamiento Avanzado en Metalurgia.
- e) El Proyecto Multinacional de Tecnología de Materiales
- f) Los Cursos de Metalurgia y Tecnología de Materiales.
- g) Los Seminarios Latinoamericanos a Nivel Post-doctoral.
- h) El Programa de Entrenamiento en Ensayos No Destructivos.
- i) Las Tesis de Doctorado y
- j) Las Tesis de Licenciatura o Maestrado.
- k) Los cursos de tecnología de elementos combustibles para reactores de investigación.

Denominaremos Programa de Capacitación en Metalurgia (en adelante PCM) al conjunto de todas estas actividades.

2.1. Programa Interno de Entrenamiento en Metalurgia (en adelante denominado PIEM)

Este programa está dedicado en forma exclusiva a los miembros de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) para que sus profesionales egresados de las más diversas ramas de la ingeniería y las ciencias reciban entrenamiento en metalurgia. Se llevó a cabo un programa desde los comienzos del Departamento de Metalurgia, con cursos dictados por profesores del exterior invitados especialmente para introducir a los recién ingresados al Departamento en la nueva disciplina. Luego se complementó la formación con tareas de investigación llevadas a cabo en laboratorios extranjeros de gran prestigio, con estadías de uno a dos años. El personal incorporado sucesivamente recibió cursos más extensos y encaminaron sus primeras investigaciones con la dirección de los profesionales anteriores, alcanzando luego, todos ellos, sus tesis de doctorado. Esta nueva generación también completó su formación profesional en laboratorios del exterior. Todos los profesionales realizaron tareas de investigación y desarrollo

y además, ejercieron la docencia en los diversos cursos dictados en los laboratorios de CNEA, dirigieron tesis de doctorado y de licenciaturas o maestrías, y realizaron tareas de asistencia técnica a la industria en las áreas de su competencia.

2.2. Programa Multinacional de Metalurgia (en adelante PMM)

Como resultado de la reunión organizada por la OEA en abril de 1967 se creó un Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Se designó una comisión de expertos en el área de Ciencia y Tecnología presidida por el Prof. Bernardo Houssay para realizar un inventario de la capacidad real y potencial de la región en 24 disciplinas, y sobre la Metalurgia la comisión antedicha dictaminó al respecto:

- a) Asignar prioridad al Proyecto de Metalurgia y en virtud del item anterior, recayó la responsabilidad de la preparación del programa para el área subcontinental en el Departamento de Metalurgia de la CNEA.
- b) El Departamento de Metalurgia de la CNEA fue el único calificado como "A" en la caracterización de Centros de Excelencia.
- c) En respuesta a las "Instrucciones para la preparación de anteproyectos de Programas Multinacionales" la entonces denominada Gerencia de Tecnología (actualmente Gerencia de Desarrollo) envió con fecha 18 de octubre de 1967 el proyecto redactado por quien se desempeñara como Director en su primera etapa (hasta 1972).
- d) La Comisión Ejecutiva del Consejo Interamericano de Cultura aprobó definitivamente a fines de 1968 el Programa Multinacional de Metalurgia, que comenzó a operar el 1° de marzo de 1969 con una duración de 10 años.

Las principales áreas de acción del Programa fueron:

- a) Formación de recursos humanos en nivel de maestrado, nivel de doctorado, nivel de postdoctorado, reciclamiento de profesionales del ámbito académico e industrial, y cursos y seminarios en el ámbito latinoamericano (en el cuadro N° 1 se resumen los cursos dictados y número de participantes).
- b) Investigación y Desarrollo: en estas tareas el programa puede dividirse en dos períodos: el primero de 1969-1976, con 5 líneas de interés: solidificación, fundición y soldadura; físico-química de metales-transformaciones en estado sólido y tratamientos térmicos; corrosión de metales; deformación plástica, plasticidad y trabajado mecánico; y metalurgia de metales ferrosos.

La segunda etapa 1976-1979, donde se complementan las actividades de investigación y desarrollo con proyectos específicos integrados a tareas tecnológicas.
- c) Informática con tareas específicas de análisis de información científica y tecnológica para miembros de la Gerencia y del PMM.
- d) Tareas de asistencia técnica en Latinoamérica a través de cursos, seminarios, misiones en los países del área de profesionales de la Gerencia, y misiones hacia la Gerencia de profesionales del área.
- e) Apoyo a Conferencias, Congresos, etc. organizados en el área latinoamericana.

2.3. Curso Panamericano de Metalurgia (en adelante CPM)

El curso fue de dedicación exclusiva para los participantes, y todos los asistentes gozaron de una beca ya sea de la OEA (para los concurrentes de Latinoamérica), de alguna institución oficial o privada o de la CNEA. Se dividió en dos cuatrimestres, dictándose en el primero las materias relacionadas con la metalurgia física, como ser: cristalografía,

defectos, solidificación, transformaciones de fase, instrumentación, de formación plástica, etc. y en el segundo con la metalurgia aplicada, con materias tales como: fundición, trabajado de metales, técnicas metalográficas especiales, ensayos no destructivos, corrosión, aceros, etc.

Todas las materias se complementaron con clases de problemas y trabajos prácticos en los laboratorios. Además los alumnos realizaron un viaje de estudios por las industrias metalúrgicas de mayor relevancia en el país (acerías, laminaciones, forjas, etc.), institutos de investigaciones, universidades, etc. y completaron el curso con un trabajo experimental de un mes de duración aproximadamente, bajo la dirección de un investigador de la CNEA o de una fábrica, según el caso. (Ver detalle del programa en apéndice 4)

Entre los años 1962-1974, se han dictado en total diez cursos, que a partir de 1969 tuvieron el auspicio del Programa Multinacional de Metalurgia. En 1974 el CPM dejó de dictarse en la Argentina para pasar a México donde se han dictado 10 cursos. En 1983 comenzó a dictarse en Chile el Curso Panamericano de Metalurgia Extractiva (CPME) y en 1984 el Curso Panamericano de Metalurgia (CPM) sobre metalurgia de transformación en Venezuela.

2.4. Curso de Entrenamiento Avanzado en Metalurgia (en adelante denominado CEAM)

Se comenzó a partir de 1976 y por las necesidades locales de continuar la formación de cierto número anual de profesionales que no podían ser cubiertos por el CPM de México.

El CEAM se organizó en forma de módulos para permitir la mayor asistencia de miembros de la industria privada y de otros organismos aparte de los de la propia institución. El ciclo básico cubrió de marzo a junio con nueve (9) módulos y el ciclo de especialización cubrió siete (7) módulos dictados entre septiembre y diciembre. En el ciclo básico se dictaron materias sobre metalurgia de los procesos, materiales nucleal

res, corrosión, etc.

En el intervalo entre los 2 ciclos los asistentes al curso completo, realizaron visitas a industrias metalúrgicas, institutos de investigación, universidades, etc. La estructura modular permite tomar al CEAM en su totalidad, lo cual es acreditado por un certificado o sino por módulos que también, una vez cumplido el examen se acredita por un certificado. Este curso está reconocido por algunas universidades argentinas para los créditos necesarios en sus carreras de doctorado. También asisten muchos profesionales de la actividad académica o industrial que lo toman como de reciclado para temas específicos.

2.5. Proyecto Multinacional de Tecnología de Materiales (PMTM)

A partir del año 1980 las actividades que se encararon a través del PMM dentro del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la OEA. Así fueron desarrolladas a través del Proyecto Multinacional de Tecnología de Materiales (PMTM) como proyecto ordinario y Proyectos Especiales de Investigación y Desarrollo en temas de interés para la región.

El PMTM tiene como metas la formación de recursos humanos en el nivel de Maestrado (con los cursos de Metalurgia y Tecnología de Materiales CMTM), nivel de doctorado, nivel Post-doctoral (con los Seminarios Latinoamericanos a Nivel Post-Doctoral) y cursos de reciclado además de cursos y seminarios en Latinoamérica, en las líneas de investigación y desarrollo: Ensayos No Destructivos, Trabajado de Materiales (que incluye Comportamiento y Procesos), Soldadura, Fundición y Corrosión.

2.6. Curso de Metalurgia y Tecnología de Materiales (en adelante CMTM, equivalente al CPM y al CEAM).

El curso comenzó a dictarse en 1981, es anual e intensivo y está estructurado en forma similar al CEAM y muy parecido al CPM. La asistencia brinda un sólido conocimiento en el área Metalurgia de Transformación y sus aplicaciones actuales a la Tecnología, dando ade-

más una visión de futuras líneas de investigación y desarrollo en Ciencias de Materiales.

El curso está dictado en la actualidad por profesores del país exclusivamente. El curso tiene igualmente carácter modular, pues aún cuando es progresivo en su desarrollo permite de esa manera la participación de profesionales para reciclado.

2.7. Seminarios Latinoamericanos a Nivel Post-Doctoral (SPD)

A partir de 1975 comenzaron a organizarse los Seminarios Latinoamericanos a nivel post-doctoral con una duración de 8 semanas en el período julio-agosto de cada año. Se realizaron 10 hasta 1984, seleccionando los temas entre aquellos de interés regional en los cuales ya existía una actividad afianzada. Se pretendió de esta manera permitir la actualización de conocimientos y la promoción de intercambios entre quienes tenían formación y experiencia sobre estas líneas de trabajo interaccionando a la vez con especialistas de nivel internacional. El capítulo 12 está dedicado a la evaluación de los seminarios.

2.8. Instituto de Ensayos No Destructivos.

Como resultado del Proyecto ARG671/53- del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y siendo el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) con la participación del Organismo de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial quienes ejecutaron el Proyecto en la República Argentina crearon un Instituto especializado en ensayos no destructivos. El Proyecto se desarrolló a través de la Comisión Nacional de Energía Atómica y extendió su actividad a la industria en general, entre los años 1972-1979.

Las principales áreas de acción del Proyecto son:

- a) Formación y entrenamiento de personal en nivel de maestrado, reciclamiento de profesionales y técnicos de ámbito industrial y cursos y seminarios en el área latinoamericana (en el cuadro N° 1 se resumen los cursos dictados y número de participantes).

- b) Determinación de un sistema de calificación y certificación de operadores de END, a través de actividades de desarrollo de las técnicas más diversas y con el apoyo de los conocimientos básicos de los procesos donde se aplican dichos ensayos se estableció un sistema para operadores en tres (3) niveles y de supervisores. La calificación adoptada por C.N.E.A. para sus proyectos ha sido extendido al ámbito nacional a través del Instituto de Racionalización de Materiales (IRAM).
- c) Equipamiento de un laboratorio con instrumental único en el país adquiriendo aquellos equipos con los cuales se logró promover nuevas técnicas a ser aplicadas en la industria y en el montaje de obras de la envergadura de una central nuclear de potencia. Además se diseñó y construyó un laboratorio móvil que ha prestado servicios en los más diversos lugares del país.
- d) Prestar servicios a otros Institutos e Industrias del país, a través de consultas, asesoramiento, servicios técnicos, entrenamiento de personal, cursos y seminarios.
- e) Prestar asesoramiento a Institutos de otros países de Latinoamérica a través de consultas, cursos, seminarios, entrenamiento de personal y visitas técnicas.
- f) Elaboración de normas 1981 - 1986 de técnicas de END, calificación y evaluación de operadores.
- g) Realización de Congresos Nacionales de Ensayos No Destructivos con la participación de (400) profesionales y técnicos de Argentina y varios países de Latinoamérica, con la asistencia de expertos invitados. El primero tuvo lugar en 1979 en la Ciudad de Bs. As., el segundo en 1981 en la Ciudad de Tucumán (Argentina) y el siguiente será en 1986 se realizará en la Ciudad de San Pablo (Brasil) denominado 1er. Congreso de Ensayos No Destructivos para América Latina y el Caribe.

h) Posteriormente se comenzó a organizar un Proyecto Regional, por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo con la participación de la Organización de los Estados Americanos y en colaboración con el Organismo Internacional de Energía Atómica; para el desarrollo, promoción y aplicación de los ensayos no destructivos.

2.9. Proyecto Regional de Ensayos No Destructivos (PREND)

Con el objetivo de asistir a los países del área latinoamericana para reforzar a través de la cooperación regional, una capacidad autónoma y uso eficiente de los Ensayos No Destructivos (END) que sirvan para el desarrollo industrial y otras aplicaciones no previendo la centralización en ningún tipo de laboratorio especial, sino extendiendo las capacidades a nivel regionales mediante el intercambio horizontal entre los países del área se inició el Proyecto Regional de Ensayos No Destructivos (RLA/82/TO1) a nivel latinoamericano, auspiciado por el Sistema de Naciones Unidas (PNUD, OIEA, ONUDI) y el Fondo de Ciencia y Tecnología para el desarrollo y países participantes que hasta 1985 eran 17: Argentina, Barbados, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, Guyana, Jamaica, México, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela. Relativamente se cuenta con el apoyo de los gobiernos de Italia y Canadá.

La Argentina es sede de las oficinas del Proyecto y a nivel nacional la C.N.E.A. es el organismo de coordinación a través del INEND.

El Proyecto pone mayor énfasis en el desarrollo de los recursos humanos y en la utilización racional de los medios existentes o a proveer. En su primera etapa el objetivo fundamental es lograr la capacitación de personal en el uso de los métodos de END y el establecimiento de un Sistema Regional de Entrenamiento, Calificación y Certificación de Personal para END que asegure la aceptabilidad mutua de los países miembros del entrenamiento, calificación y certificación realizado sobre la base de normas y regulaciones locales que responden a los requisitos básicos de calidad y responsabilidad fijados por el sistema. Entre 1983 y 1985 se coordinaron a través del proyecto casi 300 cursos a nivel nacional con la asistencia de alrededor de 5.500 personas, más de 20 cursos

a nivel regional y seminarios. Se apoyaron las misiones de 68 expertos regionales y de 12 expertos internacionales.

2.10. Curso de Tecnología de Elementos Combustibles para reactores de investigación (CTEC).

El curso tiene por objetivo la formación de profesionales tanto de C.N.E.A. como de otros países de latinoamérica en áreas de la tecnología de combustibles nucleares para los reactores de investigación. Se dicta como curso intensivo durante seis semanas con los siguientes temas: descripción de reactores de investigación y de sus elementos combustibles, física del núcleo, diseño térmico e hidráulico del núcleo de un reactor tipo piscina, diseño e ingeniería de elementos combustibles tipo placa, materiales estructurales, combustibles y de control, fabricación de elementos combustibles tipo placa, performance bajo irradiación, ensayos de irradiación.

2.11. Tesis de Doctorado

Como los profesionales de la Gerencia realizan sus tareas con dedicación exclusiva en C.N.E.A., no han ejercido por lo tanto, la docencia en las universidades. Sin embargo, por el nivel académico alcanzado, varias universidades les han reconocido los méritos para ejercer la dirección de tesis de doctorado, título que dichas universidades otorgan. Los trabajos experimentales y teóricos correspondientes duran del orden de los tres años y culminan con la redacción de la tesis; en algunos casos son complementados con cursos de especialización, seleccionados por las respectivas comisiones de doctorado.

2.12. Tesis de Licenciatura o Maestrado

Como fue descripto en el punto 2.10 en forma similar se realizaron los trabajos experimentales y teóricos para optar al título de Licenciado o Maestro en Ciencias.

La dedicación para optar a este título es del orden de los dieciocho (18) meses.

3. PARTICIPANTES DEL PROGRAMA DE CAPACITACION EN METALURGIA

El propósito de este estudio es el de analizar los resultados de las actividades de capacitación humana en el área de la Metalurgia mediante una evaluación de la performance de los profesionales que recibieron entrenamiento en el Programa de Capacitación en Metalurgia. En el punto 12 se realizará un análisis del desarrollo de recursos humanos a través de los 10 Seminarios Latinoamericanos a Nivel Post-Doctoral, y los capítulos precedentes abarcan la investigación de los profesionales entrenados en el PCM con exclusión de aquellos. De todos los participantes hasta 1980 sobre 436 de ellos se obtuvo información sobre sus diversas actividades, antecedentes, etc. Los datos fueron obtenidos por fuentes externas, a través de una encuesta realizada en 1980 entre todos los participantes hasta ese momento (la encuesta figura como apéndice N° 1) y de fuentes internas (entrevistas, consultas, etc.).

3.1. Categorización de los participantes

Los participantes del PCM han sido divididos en 3 categorías: En-CNEA, Ex-CNEA y Fuera-CNEA, de acuerdo al vínculo establecido con la institución CNEA una vez finalizado el Programa.

En-CNEA: Comprende a todos los profesionales que habiendo participado del PCM integran el plantel de CNEA en el momento de la encuesta.

Ex-CNEA: Comprende a los participantes del PCM que fueron miembros del plantel de CNEA pero que a la fecha de la encuesta no pertenecen a la institución.

Fuera-CNEA: Comprende a todos los participantes del PCM que no pertenecieron ni pertenecen al plantel de CNEA.

Categoría	Total	%
En-CNEA	141	32
Ex-CNEA	72	17
Fuera-CNEA	223	51
Total	436	100

Cuadro N° 2 Participantes del P.C.M. según su relación con la CNEA (para la muestra 436)

- a) Del total de participantes del programa, el 51% no perteneció a la institución CNEA lo que significa que el esfuerzo desarrollado por CNEA en la capacitación de recursos humanos fue en un 50% orientado al entrenamiento del personal propio y en otro 50% orientado al entrenamiento de profesionales que se desempeñaron fuera de la institución CNEA.
- b) En la actualidad, el 32% de los participantes del PCM pertenecen al plantel de CNEA.

3.2. Procedencia de los participantes

El análisis de la distribución de los participantes según su procedencia, argentina o latinoamericana se realiza a los efectos de mostrar a nivel global y luego específicamente por país, la amplitud de la contribución del programa al desarrollo de la Metalurgia.

Los becarios latinoamericanos comenzaron su capacitación en Metalurgia sea en los CPM o en los CEAM; muchos de ellos continuaron luego su formación a través de la realización de trabajos de tesis de doctorado o maestrado en la CNEA.

Procedencia	1	2	3	4	5	6	7	8
	Total	%	En-CNEA	%	Ex-CNEA	%	Fuera-CNEA	%
Argentina	300	69	141	47	72	24	87	29
Latinoamérica	136	31	-	-	-	-	136	100
TOTAL	436	100	141	32	72	17	223	51

Cuadro N° 3 Participantes del P.C.M. según su procedencia y relación con la CNEA.

Obsérvese y esto vale para todos los cuadros de las columnas 4-6 y 8 representan el 100% de la columna 2 para cada concepto. Por medio de este procedimiento podemos evaluar la influencia que tiene el lugar donde realizan sus actividades las personas encuestadas.

- a) Con relación al total de los participantes encuestados del Programa PCM los profesionales argentinos constituyen el 69% y los latinoamericanos el 31%.
- b) De acuerdo con la categorización establecida en 3.1., el 51% de los participantes no pertenece ni perteneció al plantel de CNEA (categoría Fuera-CNEA).
- c) Del total de participantes argentinos, el 47% está en CNEA en la actualidad, el 24% perteneció a CNEA (categoría Ex-CNEA) y el 29% permaneció fuera de la institución CNEA (categoría Fuera-CNEA).

3.2.1. Procedencia de los participantes según su país de origen.

La amplitud de la proyección del Programa (PCM) podrá ser observada en el cuadro siguiente:

PAISES	Nº
Argentina	300
Bolivia	8
Brasil	22
Colombia	20
Costa Rica	1
Chile	21
Ecuador	8
El Salvador	1
España	1
EE.UU.*	3
Guatemala	1
Haití	1
Honduras	2
México	20
Nicaragua	1
Perú	14
Venezuela	12
TOTAL	436

Cuadro N° 4 Participantes del P.C.M. según su país de origen

* 3 representantes de EE.UU. fueron aceptados porque EE.UU. es un país participante de OEA.

El Programa de Capacitación en Metalurgia constituyó una actividad "semilla" que promovió el interés de los países participantes.

-En Argentina por la Metalurgia de Transformación.

-En 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 actividad académica.

-En Bolivia y Perú, países que siguen a México y Chile con respecto a la evolución de la Metalurgia, tienen también una larga tradición en Metalurgia Extractiva y una escasa actividad en Metalurgia de Transformación.

En estos países, el PCM no sólo se tradujo en la formación de una escuela de metalurgistas sino que se estableció una continuidad al ser enviados años tras año representantes de las mismas instituciones que participaron desde el principio del Programa a los PCM.

-En Honduras, El Salvador, Nicaragua, Haití, países caracterizados por una muy escasa actividad en Metalurgia de Transformación, tuvieron una baja asistencia en el PCM; la repercusión del Programa fue débil quizás debido al incipiente estado de la evolución de la Metalurgia en estos países.

En un principio, la distribución de las becas era realizada por el Centro Sede, luego se modificó y la distribución fue decidida por cada país, lo que trajo aparejado un distinto espectro de países participantes en el Programa.

Estos temas serán desarrollados con más detalle en el punto 13.

4. ANTECEDENTES PROFESIONALES DE LOS PARTICIPANTES

El siguiente cuadro tiene por objeto proporcionar información acerca de la distribución de los participantes según su carrera universitaria, a nivel de la totalidad del universo y a nivel de las categorías enunciadas en 3.1.

Carrera	1 Total	2 %	3 En CNEA	4 %	5 Ex CNEA	6 %	7 Fuera CNEA	8 %
Ingeniería	271	62	65	24	44	16	162	60
Física	127	29	55	43	18	14	54	43
Química	38	9	21	55	10	26	7	19
Total	436	100	141	33	72	16	223	51

Cuadro N°5 Participantes del P.C.M. según su carrera universitaria y la relación que tuvo con la CNEA.

- a) Dentro del total de participantes del Programa (PCM) se observa una mayor proporción de ingenieros, 62%, estando constituido el restante 38% por físicos en su mayor parte (29%) y en menor proporción por químicos (9%).
- b) Al analizar la distribución según la carrera universitaria y la relación establecida con CNEA (3.1) se advierte que la mayor proporción de los ingenieros participantes (60%) pertenece a la categoría Fuera-CNEA mientras que el 40% de los mismos perteneció (Ex-CNEA 24%) o pertenece (En-CNEA: 16%) a la institución CNEA.
- c) Con respecto a los físicos, se observa que el 43% de estos profesionales pertenecen actualmente a CNEA, porcentaje que sumado al 14% de los físicos que han dejado de pertenecer a la institución totaliza un 57% de físicos capacitados en el PCM y que formaron o forman parte del plantel de CNEA. Esta elevada proporción se explica por la creciente atracción que ejerce la Metalurgia de

Transformación sobre los profesionales de las Ciencias Físicas.

- d) Si bien la participación de los químicos a nivel global es baja (9%), el mayor porcentaje de químicos participantes del PCM pertenece a la institución CNEA (55%). La categoría Fuera-CNEA será analizada más adelante debido a que es necesario hacer la distinción según el origen para extraer conclusiones válidas.

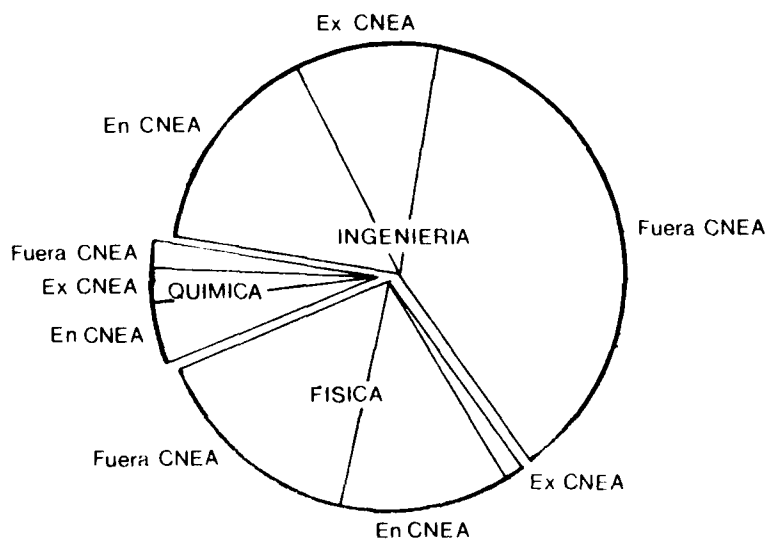


FIGURA Nº1: Distribución de los participantes del PCM por disciplina y su relación con la CNEA.

4.1. Distribución de los participantes según su procedencia y profesión.

La distribución de los participantes argentinos y latinoamericanos según su profesión se realizó con el objeto de proporcionar un panorama acerca del "back ground" de los participantes y determinar si existen o no diferencias según su procedencia.

- a) Del total de participantes, la mayor proporción corresponde a los profesionales de la Ingeniería (62%) en su conjunto representando dentro de este la Ingeniería Metalúrgica el 23% y la Electromecánica el 23% lo que lleva a la conclusión de que el 46% de los participantes del PCM fueron ingenieros con especialización Electromecánica y Metalúrgica. Le siguen en orden decreciente los físicos (28%) y los químicos (9%).

- b) En la categoría Argentinos, los ingenieros metalúrgicos constituyen el 35% mientras que el mayor porcentaje de estos profesionales corresponde a los Latinoamericanos (65%), eso se explica por la existencia de la Metalurgia como actividad académica en varios países del resto de Latinoamérica con anterioridad a la Argentina.
- c) Con respecto a la especialidad Electromecánica, la mayor proporción de estos profesionales se halla entre los argentinos (68%).
- d) En relación a los físicos, la participación de estos profesionales es diferencial según el origen ya que sobre 127 físicos que participaron en el PCM, 113 fueron argentinios (89%) y 14 fueron del resto de Latinoamérica (11%) Esto corresponde al hecho de que Argentina es uno de los países latinoamericanos donde la producción de físicos es mayor que en el resto de Latinoamérica.
- e) Si bien la participación de los químicos del total de participantes es pequeña (9%), en cifras absolutas es mayor el número de argentinos que de latinoamérica. La baja representatividad de los químicos (9%) está estrechamente relacionada con la débil atracción que ejerce la Metalurgia de Transformación, tipo formación básica, para estos profesionales en relación con otras áreas en las que hay mayores oportunidades de empleo para ellos.

Profesión	Especialidad	Total	%	Argentinos	%	Latinameric.	%
		1	2	3	4	5	6
Ingeniería	Química	42	10	28	67	14	33
	Industrial	6	1	6	100	--	--
	Electromec.	100	23	68	68	32	32
	Metalúrgica	99	23	35	35	64	65
	Electrónica	6	1	6	100	--	--
	Civil	8	2	4	50	4	50
	Otras	10	2	6	60	4	40
Química	Doctor	25	6	22	88	3	12
	Licenciado	13	3	12	92	1	8
Física	Doctor	43	10	41	95	2	5
	Licenciado	81	18	71	88	10	12
	Profesor*	3	1	1	33	2	67
Total		436	100	300	69	136	31

Cuadro Nº6: Distribución de los participantes según su procedencia y profesión

*Profesor: Título correspondiente al egresado del Instituto Nacional del Profesorado Secundario, estructura terciaria no universitaria.

4.2. Especializaciones dentro de la ingeniería

El cuadro N°7 presenta la proporción de profesionales de las distintas especializaciones de la Ingeniería que participó del PCM y qué porcentaje de ellos están distribuidos dentro de las categorías argentinos y latinoamericanos (en relación a las categorías del punto 3.1).

La categoría Fuera-CNEA será desglosada según el origen de los participantes dado que es la única profesión que tenemos representantes de los países de Latinoamérica; las categorías En-CNEA y Ex-CNEA están constituidas solamente por argentinos.

Especializac.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
							Total		Arg.	%	Lat.	%
Química	42	15	17	40	5	12	20	48	5	30	14	70
Industrial	6	2	3	50	2	33	1	17	1	100	--	--
Electromec.	100	37	25	25	22	22	53	53	21	40	32	60
Metalúrgica	39	37	11	11	11	11	77	73	13	17	84	33
Electrónica	6	2	3	60	2	33	1	17	1	100	--	--
Civil	8	3	3	37	--	--	5	63	1	20	4	30
Otras	10	4	3	30	2	20	5	50	1	20	4	80
Total	271	100	65	24	44	16	162	60	44	27	118	73

Cuadro N°7: Distribución de profesionales de la Ingeniería según su especialidad, origen y relación con la CNEA.

- a) Del total de ingenieros participantes del Programa, el 24% pertenece a CNEA en la actualidad, el 16% se fue de la institución (categoría Ex-CNEA) y el 60% de los ingenieros capacitados en el PCM no perteneció ni pertenece a CNEA (categoría Fuera-CNEA).

- b) Al analizar a los ingenieros por especialización se observa que dos especializaciones, según lo señalado anteriormente en 4.2. a), totalizan el 74% de los ingenieros: la Electromecánica y la Metalúrgica (37% y 37%, respectivamente).
- c) Del total de ingenieros electromecánicos participantes del Programa, CNEA retuvo el 25%, el 22% se fue de la institución y el 53% restante de ingenieros electromecánicos no perteneció ni pertenece a CNEA (categoría Fuera-CNEA).
- d) Con respecto al total de ingenieros metalúrgicos que participaron en el Programa, CNEA retuvo el 11%, un 11% se fue de la institución (categoría Ex-CNEA), suma que totaliza un 22% de ingenieros metalúrgicos del PCM que forman o formaron parte del plantel de CNEA y un 78% que no perteneció ni pertenece a la institución (categoría Fuera-CNEA).
- e) Al analizar la categoría Fuera-CNEA según el origen, se observa, en el caso de los ingenieros metalúrgicos, que sobre 77 profesionales tomados como una totalidad (100%) el 83% proviene del resto de Latinoamérica y el 17% tiene origen argentino. La proporción elevada de latinoamericanos se explica porque la Metalurgia tuvo jerarquía académica en muchos países antes que en la Argentina.
- f) El total de ingenieros metalurgistas se vió acrecentado en nuestro país, también por las recientes promociones de ingenieros con esa especialidad.

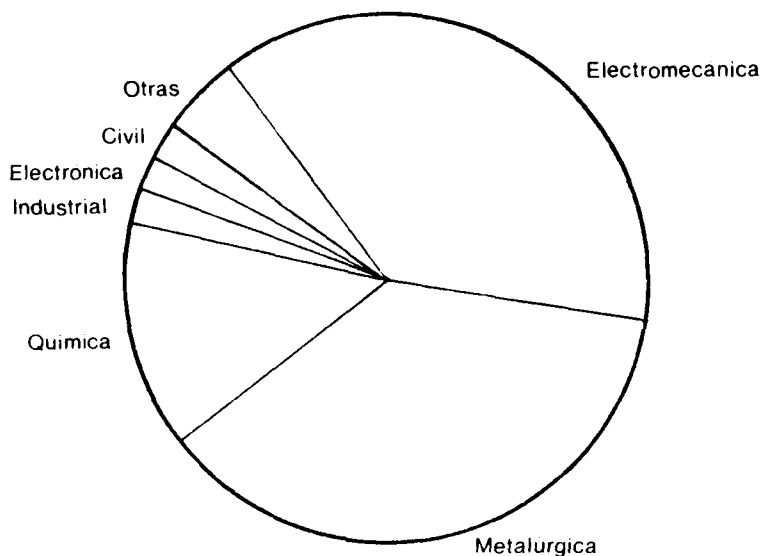


FIGURA Nº2: Distribución de las Especialidades de la Ingeniería.

4.3. Niveles académicos en las ciencias físicas

El cuadro Nº8 tiene por objeto proporcionar información acerca del número de físicos, según el nivel académico alcanzado que fueron participantes del Programa y analizar su importancia relativa según su relación con CNEA y según su procedencia, argentina o latinoamericana, en el caso de la categoría Fuera-CNEA.

Nivel académico	Total		En CNEA		Ex CNEA		Fuera CNEA		Fuera CNEA			
	Total	%	En CNEA	%	Ex CNEA	%	Fuera CNEA	%	Fuera CNEA			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
							Total	%	Arg.	%	Lat	%
Doctor	43	34	21	49	10	23	12	28	10	03	2	17
Licenciado	81	84	34	42	5	9	40	49	30	75	10	25
Profesor	3	2	--	--	1	33	2	07	--	--	2	100
Total	127	100	55	43	18	14	54	43	40	32	14	11

Cuadro Nº8: Distribución de los profesionales de las Ciencias Físicas según su nivel académico y su relación con la CNEA.

- a) Del total de físicos que participaron en el PCM, el 34% tuvo el nivel de Doctor, mientras que el 64% tuvo nivel de Licenciado, abarcando la proporción de profesores el 2% del total.
- b) Al desglosar el universo de físicos según las categorías enunciadas en 3.1., se advierte a nivel general que el 43% de los físicos que participaron en el Programa integran en la actualidad el plantel de CNEA, circunstancia que corresponde a la progresiva incorporación de físicos por parte de CNEA a sus equipos de investigación, hecho que la convierte en una de las instituciones de mayor demanda de profesionales de ese área.
- c) Del total de físicos que pasaron por el Programa, CNEA retuvo el 43%, como ya se puntualizó en b), mientras que un 14% se fue de la institución y con respecto al 43% de físicos pertenecientes a la categoría Fuera-CNEA, categoría que fue analizada según el origen, se destaca la baja participación de físicos del resto de Latinoamérica, ya que sólo el 11% de los físicos que participaron en el PCM era de procedencia latinoamericana.
- d) En relación al nivel académico de los físicos de la categoría En-CNEA se observa una importante proporción de doctores en física (49% del total), situación que estaría estrechamente vinculada a la realización de tesis de doctorado en la institución CNEA así como seminarios de nivel postdoctoral que posibilitaron la incorporación de físicos con ese nivel.

4.4. Niveles académicos en las Ciencias Químicas

El cuadro N°9 ofrece un panorama de la distribución de los profesionales químicos que fueron participantes del PCM.

Nivel Académico	TOTAL	%	En CNEA	%	ExCNEA	%	FUERA CNEA	%	FUERA - CNEA			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
							TOTAL		Arg	%	Lat	%
Doctor	25	66	13	52	8	32	4	16	1	25	3	75
Licenciado	13	34	8	62	2	15	3	23	2	67	1	33
Total	38	100	21	55	10	26	7	19	3	8	4	11

Cuadro N°9: Distribución de los profesionales de las Ciencias Químicas según su nivel académico y su relación con CNEA.

- a) En el total de químicos participantes del Programa (9%) (cuadro N°6), el 55% pertenece a CNEA, el 26% se fue de la institución y el 19% no se incorporó a la institución CNEA.
- b) Al desglosar la categoría Fuera-CNEA según el origen, es posible observar la baja participación de químicos latinoamericanos ya que sólo 4 químicos latinoamericanos (11% del total de químicos) participaron en el PCM. Debe aclararse que, al igual que en el caso de los físicos e ingenieros, se realizó la distinción según el origen sólo para la categoría Fuera-CNEA porque es la única que posee profesionales de diferente origen; las otras categorías, En y Ex-CNEA, están compuestas sólo por argentinos.

5.- DISTRIBUCION DE LAS EDADES DE LOS PARTICIPANTES DEL PCM EN EL MOMENTO DE ASISTIR A LOS CURSOS.

El análisis de las edades de los participantes en el momento de cursar se realiza con el propósito de conocer la estructura de edad de los participantes del Programa.

Edad años	Total	%	Argentinos	%	Latinoamericanos	%
Menos de 25	51	12	46	15	7	5
25-29	195	45	139	46	56	41
30-34	128	29	88	29	40	29
35-39	38	9	14	5	24	18
40-44	15	3	8	3	7	5
45 y más	7	2	5	2	2	2
Total	436	100	300	100	136	100

Cuadro N°10: Participantes argentinos y latinoamericanos según edad en el momento de cursar.

- a) El 45% del total de participantes tuvo en el momento de cursar edades que oscilaban entre los 25 y 29 años.
- b) Entre los argentinos el grupo menor de 25 años es relativamente pequeño (15% de los participantes argentinos). Debido a la prolongación de la carrera universitaria más allá de esa edad, de ahí que la tarea de capacitación de postgrado se realizó, en su mayor parte, sobre profesionales mayores de 25 años, circunstancia que condujo al profesional al logro de óptimas condiciones para la producción intelectual y académica, recién cuando alcanzó el umbral de los 30 años.

c) Los candidatos latinoamericanos que fueron enviados a los cursos no eran recién egresados sino que ya actuaban en su profesión respectiva; en cambio, los argentinos tenían no más de 2 años de egresados de la universidad.

d) Corroboramos lo dicho en c), pues en la estructura etárea de los latinoamericanos en el momento de cursar se observa una muy pequeña proporción de participantes menores de 25 años (5%), un 41% oscila entre las edades 25 y 29, y un 47% entre 30 y 39 años, lo que permite concluir que los latinoamericanos eran en términos generales, mayores que los argentinos en el momento de cursar.

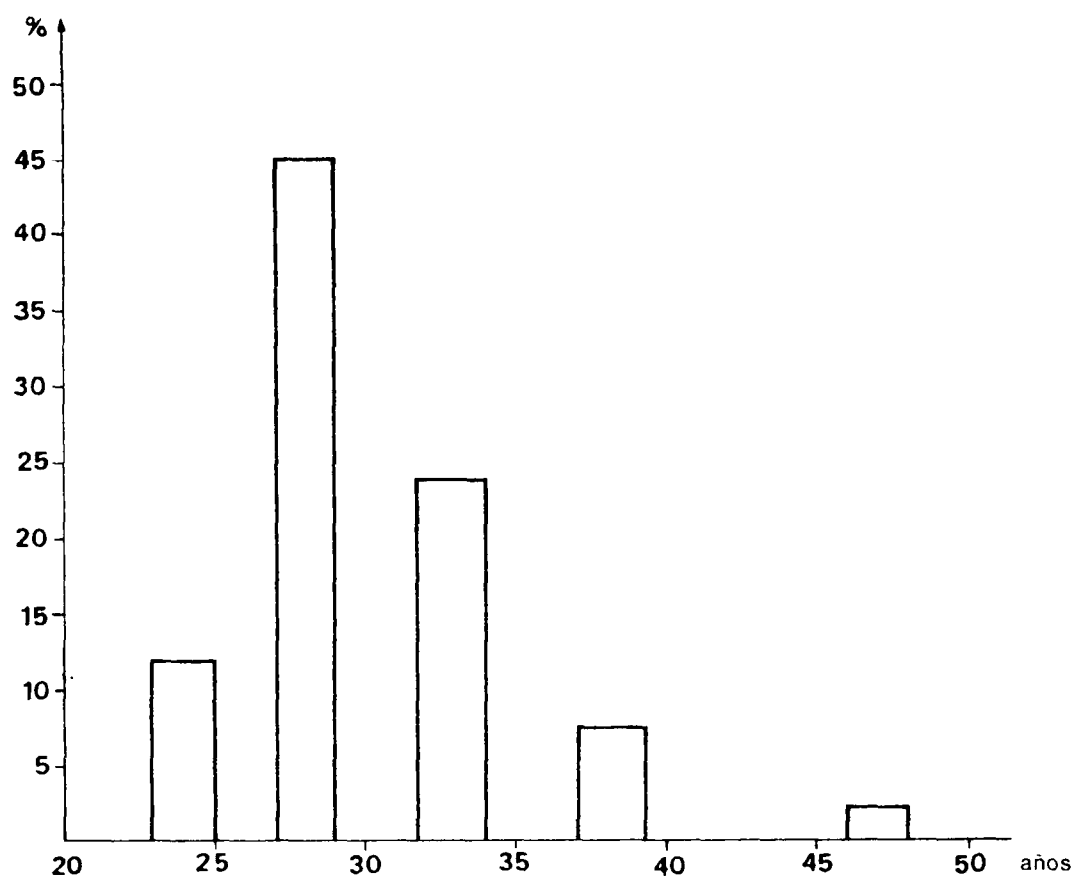


FIGURA N°3 : Distribución porcentual de los intervalos de las edades de los participantes según el CUADRO 10.

6. PERMANENCIA DE LOS PARTICIPANTES EN LA CNEA

El tiempo de permanencia de los participantes del PCM en la CNEA (categoría En-CNEA y Ex-CNEA) constituye un claro indicador de la capacidad que tiene la institución de retener a sus cuadros profesionales. Esta capacidad se manifiesta a través de la estabilidad de los profesionales de la institución y la consiguiente posibilidad de desarrollo y maduración de sus especialidades dentro de las líneas de investigación y desarrollo. Esta maduración se expresa mediante logros como el número y calidad de las publicaciones internacionales, ser invitados a congresos internacionales de las respectivas especialidades, ser asesores en diversos países, realizar desarrollos metalúrgicos complejos, etc.

AÑOS/ESP.	TOTAL	%	ING.	%	FIS.	%	QUIM.	%
	1	2	3	4	5	6	7	8
Menos de 5	64	30	21	33	33	51	10	16
5-9	70	33	49	70	14	20	7	10
10-14	31	15	16	52	13	42	2	6
15 y más	48	22	23	48	13	27	12	25
Total	213	100	109		73		31	

Cuadro N°11: Intervalos de permanencia en la CNEA.

- a) Se observa que dentro de la ingeniería el máximo de permanencia se produce entre los 5 y 9 años, período en que el profesional ha adquirido una especialidad y luego el mercado local ha sabido absorberlo.

- b) Atribuimos el hecho de la mayor deserción de físicos antes de los cinco años de permanencia que en la formación básica adquirida en la universidad son pocas las materias afines con la Metalurgia y la física del estado sólido.
- c) Entre los químicos se observa una alta permanencia en la institución, posiblemente por hallar algunas áreas de la metalurgia de transformación afines a sus intereses.

7. ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LOS PARTICIPANTES DEL PCM

Se inquirió de los profesionales encuestados acerca de la actividad principal que desarrollaban con el propósito de determinar el curso de acción que han seguido.

7.1. Análisis de las actividades de los participantes

Las diferentes actividades analizadas son las siguientes: Docencia, Producción, Investigación, Administración Científico-Técnica, Ingeniería y Desarrollo, Servicios a Terceros y otras.

Muchos de los encuestados, desarrollan más de una actividad simultáneamente, resultando el universo analizado en 598 actividades desarrolladas por los 436 participantes.

C.N.E.A. posee un gran número de participantes que realizan tareas de investigación; en otros países donde resulta aún prematuro hablar de investigación, hay mayor dedicación a la docencia. Dentro de la categoría otras, incluimos actividades comerciales y de organización industrial.

7.1.1. Análisis de la actividad principal de los participantes del PCM según su país de origen.

En el cuadro N°12 se analiza la actividad principal de los encuestados según su procedencia argentina o latinoamericana.

Como está indicado en la encuesta del Apéndice 1, se formuló la pregunta para conocer el curso de acción que han seguido luego del entrenamiento recibido.

Actividad Principal	Total	%	Argentinos	%	Latinoam.	%
Docencia	110	18	41	10	69	33
Producción	43	7	31	8	12	6
Investigación	238	40	178	46	60	29
Administ.Cient.Técn.	36	6	24	6	11	5
Ingeniería y Desarrollo	95	16	57	15	38	18
Servicios técnicos	63	11	49	13	14	7
Otras	14	2	10	2	4	2
TOTAL	598	100	390	100	208	100

CUADRO Nº12: Profesionales argentinos y latinoamericanos según actividad principal desarrollada.

- Dentro del total de actividades desarrolladas por los participantes del Programa el 40% corresponde a INVESTIGACION, siguiéndole en importancia relativa DOCENCIA (18%) e INGENIERIA y DESARROLLO (16%).
- Entre los profesionales argentinos la INVESTIGACION abarca el 46% del total de actividades, INGENIERIA y DESARROLLO el 15% y SERVICIOS TECNICOS el 13%.
- Entre los profesionales latinoamericanos, el porcentaje mayor corresponde a DOCENCIA (33%) e INVESTIGACION (29%), en menor proporción.
- La baja proporción de DOCENCIA (10%) entre los profesionales argentinos tiene su explicación en la falta de incentivos, en nuestro país, para el ejercicio de la actividad docente, circunstancia que convierte a la docencia en una actividad marginal para la mayor parte de estos profesionales.

7.1.2. Análisis de la actividad principal de los participantes del PCM según su relación con la C.N.E.A.

En el cuadro N°13 se analizan los distintos tipos de actividades según las categorías En-CNEA, Ex-CNEA y Fuera-CNEA.

Actividad Principal	Total	%	EN CNEA	%	EX CNEA	%	FUERA CNEA	%
	1	2	3	4	5	6	7	8
Docencia	110	18	3	5	11	10	94	85
Producción	43	7	6	14	8	19	29	67
Investigación	238	40	105	44	21	9	112	47
Administración Cient.-Técnica	35	6	12	34	6	17	17	49
Ingeniería y Desarrollo	95	16	17	18	26	27	52	55
Serv.Técnicos	63	11	19	30	18	29	26	41
Otras	14	2	4	29	4	29	6	42
TOTAL	598	100	168	28	94	16	336	56

CUADRO N° 13: Actividad principal desarrollada por el profesional según su relación con la C.N.E.A.

- a) Del total de participantes del Programa que se dedican a investigación, el 44% está en C.N.E.A., el 47% pertenece a la categoría Fuera-CNEA y una pequeña proporción (9%) corresponde a Ex-CNEA.
- b) La mayor proporción de profesionales que se dedican a Docencia está en la categoría Fuera-CNEA (85%), mientras que sólo representa el 5% en la categoría En-CNEA y el 10% en Ex-CNEA, cifras estas últimas muy bajas en comparación con la proporción de Fuera-CNEA, categoría que refleja la mayor dedicación a la actividad docente por parte de los latinoamericanos.
- c) Con respecto a Ingeniería y Desarrollo, el 55%, de los participantes que tienen como actividad principal Ingeniería y Desarrollo está en la categoría Fuera-CNEA, un 27% dejó de pertenecer a CNEA (Ex-CNEA) y sólo un 18% está en CNEA.(En-CNEA).
- d) En lo que respecta a Administración Científico-Técnica, el 49% de los que se dedican a esta actividad está en la categoría Fuera-CNEA, el 34% corresponde a En-CNEA y el 17% está en Ex-CNEA.

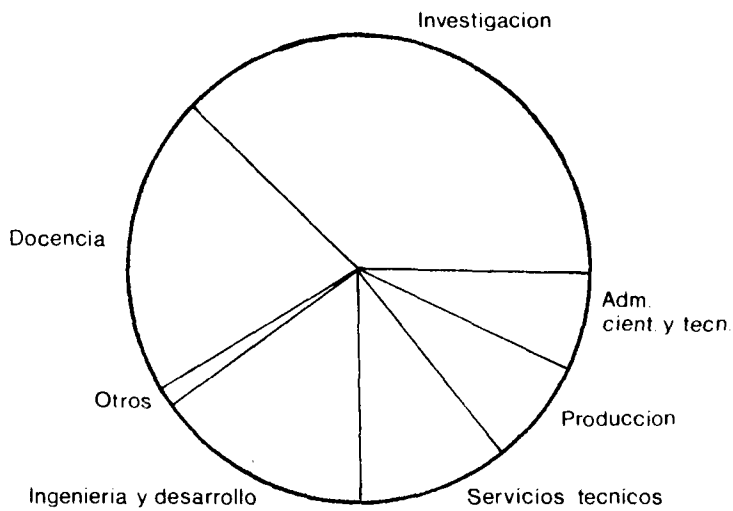


FIGURA N° 4: Distribución por actividades de los participantes del PCM.

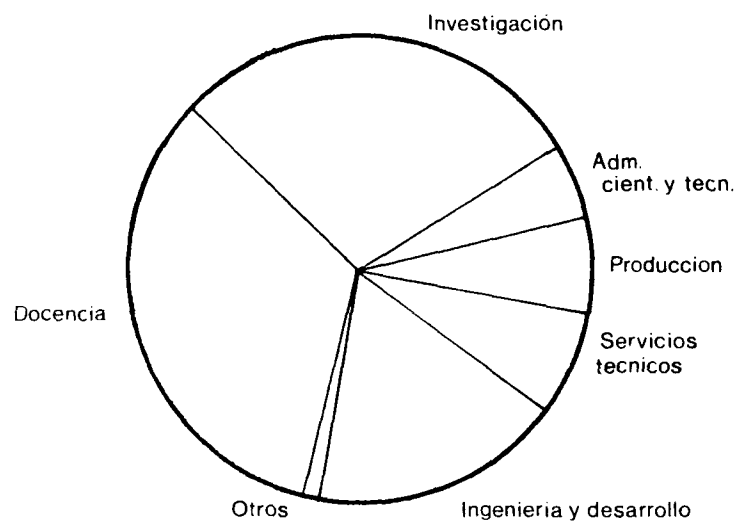


FIGURA N° 5: Distribución por actividades de los participantes latinoamericanos del PCM.

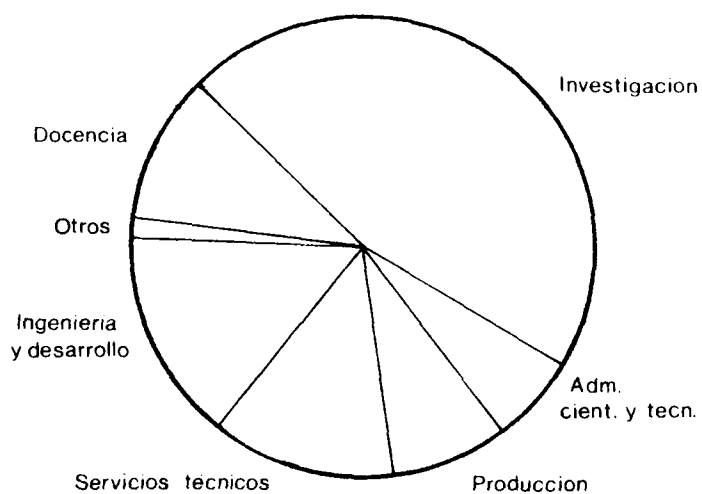


FIGURA N° 6: Distribución por actividades de los participantes argentinos del PCM.

8. CATEGORIZACION OCUPACIONAL DE LOS PARTICIPANTES DEL PCM

Se requirió información acerca de la categoría de los encuestados con el propósito de evaluar, a través de los logros alcanzados en la vida profesional, la influencia ejercida por el PCM.

8.1. Categorías-Descripción:

Las categorías ocupacionales fueron divididas en cinco niveles: SENIOR A, SENIOR B, SENIOR C, JUNIOR A y JUNIOR B. Se resolvió utilizar esta nomenclatura en inglés por ser ampliamente empleada en la región.

SENIOR A: Equivalente a Profesor Titular, Decano de Universidad, Gerente.

SENIOR B: Equivalente a Jefe de Departamento, profesor asociado.

SENIOR C: Equivalente a Jefe de División.

JUNIOR A: Profesional con más de cinco años de actividad y que puede llegar hasta Jefe de Sección.

JUNIOR B: Profesionales con poca experiencia (menos de cinco años).

8.2. Categorías ocupacionales según el país de procedencia

En el cuadro N°14 se determinan los niveles según las categorías descriptas en 8.1.

Categorías	TOTAL	%	Argentinos	%	Latinoam.	%
SENIOR A	62	14	34	11	28	21
SENIOR B	113	26	55	18	58	43
SENIOR C	114	26	89	30	25	18
JUNIOR A	70	16	59	20	11	8
JUNIOR B	77	18	63	21	14	10
TOTAL	436	100	300	100	136	100

CUADRO N°14: Distribución de los participantes del PCM por su nivel y origen.

- En el universo de participantes del Programa hay un 14% de SENIOR A, un 26% de SENIOR B y un 26% de SENIOR C, lo que totaliza un 66% de participantes en el nivel SENIOR y un 34% en el nivel JUNIOR (16% JUNIOR A y 18% JUNIOR B).
- Entre los argentinos la categoría SENIOR A comprende el 11% del total de argentinos mientras que entre los latinoamericanos el 21% tiene el nivel SENIOR A.
- En la categoría SENIOR B también se hallaron diferencias: el 18% de los argentinos tiene nivel SENIOR B, mientras que la misma categoría representa entre los latinoamericanos el 43%.
- En la categoría SENIOR C la proporción de argentinos (30%) supera a la de latinoamericanos (18%).
- Los latinoamericanos poseen niveles ocupacionales más más altos que los argentinos: el nivel SENIOR representa

el 82% entre los latinoamericanos y entre los argen
tinos el mismo nivel constituye sólo el 59%.

- f) Las conclusiones señaladas en b) permiten observar que hay una mayor proporción de JUNIORS A y B entre los argentinos (20% y 21%, respectivamente) que entre los latinoamericanos (8% y 10%).

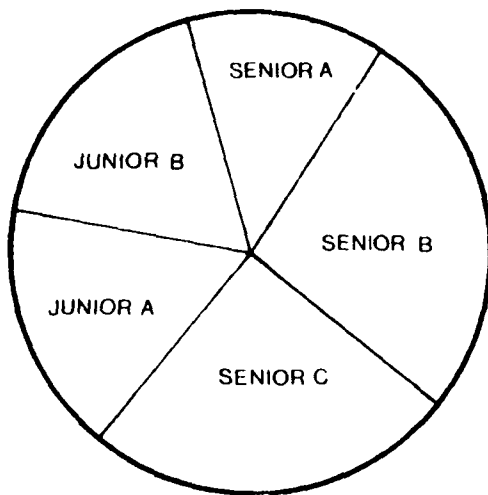


FIGURA Nº7: Distribución de los participantes del PCM según su nivel.

8.3. Categorías ocupacionales de los participantes del PCM y su relación con C.N.E.A.

Se compararán los niveles ocupacionales que puedan existir entre los profesionales encuestados según pertenezcan a las categorías En-CNEA, Ex-CNEA y Fuera-CNEA.

Categoría Ocupacional	Total	%	EnCNEA	%	ExCNEA	%	FueraCNEA	%	Fuera CNEA			
									Ar	%	La	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SENIOR A	62	14	9	6	14	19	39	17	11	13	28	21
SENIOR B	113	26	26	19	10	14	77	35	19	22	58	43
SENIOR C	114	26	38	27	21	29	55	25	30	34	25	18
JUNIOR A	70	16	38	27	10	14	22	10	11	13	11	8
JUNIOR B	77	18	30	21	17	24	30	13	16	18	14	10
TOTAL	436	100	141	100	72	100	223	100	87	100	136	100

CUADRO N°15: Distribución de los participantes del P.C.M. por nivel y categoría según su relación con C.N.E.A.

- a) Resulta notable la diferencia en la proporción de SENIORS A existente en cada una de las categorías. En la categoría Ex-CNEA los SENIORS A representan el 19% del total; en Fuera-CNEA el 17% mientras que en la categoría En-CNEA constituyen sólo el 6%.
- b) De los resultados obtenidos a partir de la suma de los SENIORS A, B y C en las categorías En-CNEA, Ex-CNEA y Fuera-CNEA se deriva como conclusión un superior status ocupacional entre los Fuera-CNEA (SENIOR 77%) y Ex-CNEA (SENIOR 59%).
- c) La proporción de JUNIORS A y B es, consecuentemente, inferior entre los Fuera-CNEA (10% y 13%) respecto de los Ex-CNEA y más aún de los En-CNEA (27% y 21%, respectivamente).
- d) Al analizar los Fuera-CNEA según el origen, se observa que los latinoamericanos tienen status ocupacionales más altos, corroborando lo afirmado en 8.2 e), dado que mientras que entre éstos el nivel SENIOR agrupa al 82%, entre los argentinos Fuera-CNEA ese nivel representa el 69% del total.

9. DOCTORADOS OBTENIDOS POR LOS PARTICIPANTES DEL PCM

El cuadro N° 16 indica el número de tesis de doctorado obtenidos, identificando la universidad que expidió el título y las disciplinas.

UNIVERSIDAD	TOTAL	Dr.en Cs.	Dr.en Física	Dr.Química	Origen Arg.	Tesistas Lat.
BUENOS AIRES	16	-	3	13	16	-
CORDOBA	6	-	6	-	6	-
CUYO	14	-	14	-	14	-
LA PLATA	14	-	9	5	13	1
ROSARIO	7	4	3	-	1	6
SUR	7	7	-	-	-	7
TUCUMAN	1	-	1	-	1	-
CAMBRIDGE	2	2	-	-	2	-
PARIS	6	5	1	-	6	-
TOTAL	73	18	37	18	59	14

CUADRO N° 16: Tesis de doctorado por Universidad y disciplina.

La mitad de las tesis de doctorado se obtuvieron en Física ya que, en dicha disciplina el título confiere prestigio y mejora las posibilidades de empleo. No ocurre lo mismo con la ingeniería: en Argentina no se otorga título superior (es decir de nivel 4°) en ingeniería. Sin embargo, dos universidades, de Rosario y del Sur, acordaron con la C.N.E.A. otorgar el Doctorado en Ciencias de la Ingeniería y entonces 11 ingenieros optaron por dicho título.

10. LICENCIATURAS Y MAESTRADOS OBTENIDOS POR LOS PARTICIPANTES DEL PCM

El cuadro N° 17 indica el número de tesis de maestrado realizadas en la Gerencia dando el detalle de las universidades que otorgaron dicho título, disciplina en la que se presentó y el origen de los participantes.

	UNIV.O INST.	TOTAL	Ms o Sc	Lic.Ing.	Lic.Fís.	Lic.Quím.	ORIGEN	
							Arg.	Lat.
Inst. Argentinas	UNBA	49	-	-	49	-	49	-
	CORDOBA	3	-	-	3	-	3	-
	CUYO	1	-	-	1	-	1	-
	LA PLATA	2	-	-	2	-	2	-
	ROSARIO	9	-	-	9	-	9	-
	INST.PROF.							
	Bs.As.	4	-	-	4	-	4	-
	ITBA*	4	-	4	-	-	4	-
Inst. Externas	CRANFIELD	1	1	-	-	-	1	-
	INST.TECNOL.							
	BRASIL	1	1	-	-	-	-	1
	LONDRES	1	1	-	-	-	1	-
	SHEFFIELD	1	1	-	-	-	1	-
	TOTAL	76	4	4	68	-	75	1

* Instituto Tecnológico Buenos Aires.

CUADRO N° 17: Licenciaturas y maestrados obtenidos dentro del PCM.

Como se observa, la mayor proporción de tesis de licenciatura son de física y la mayor parte de alumnos de la U.B.A. posiblemente por la cercanía geográfica y la cantidad de alumnos de dicha universidad.

11. DISTRIBUCION POR PAIS DE ORIGEN DE LOS PROFESORES DE LOS PMM, CEAM y CMTM

C.P.M.											C.E.A.M.					C.M.T.M.									
ORIGEN	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	1985 TOTAL %				
ALEMANIA	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	6	1			
ARGENTINA	2	7	10	12	11	15	17	25	30	26	35	31	41	36	45	45	53	44	42	37	564	83			
BRASIL	2	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1			
CANADA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-			
CHILE	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1			
COLOMBIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-			
ESPAÑA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-			
EE.UU.	10	7	3	5	2	5	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	35	6			
FRANCIA	1	3	3	1	3	2	3	2	-	2	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	22	3			
INGLATERRA	4	2	3	4	3	4	2	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	32	5			
SUECIA	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-			
TOTAL	21	20	22	23	21	28	24	34	32	31	36	32	43	36	45	47	55	46	42	37	674	100			

CUADRO N° 18: Distribución del origen de los profesores de los CPM, CEAM y CMTM.

Obsérvese que en el total de profesores del exterior se contó con un número muy elevado de origen europeo, mayor que el de Estados Unidos. En la selección de los expertos y profesores se trató de aprovechar al máximo la gran cantidad de algunos países de Europa que cuentan con gran tradición en la disciplina metalurgia.

De los valores obtenidos en el cuadro N° 18 extraemos los siguientes porcentajes de la participación de profesores de origen argentinos.

1° CPM	2° CPM	3° CPM	4° CPM	5° CPM	6° CPM	7° CPM	8° CPM	9° CPM	10° CPM
16%	35%	45%	82%	56	54%	71%	74%	34%	84%
1° CEAM	2° CEAM	3° CEAM	4° CEAM	5° CEAM	1° CMTM	2° CMTM	3° CMTM		
97%	37%	90%	100%	100%	96%	96%	98%		
4° CMTM	5° CMTM								
100%	100%								

CUADRO N° 19: Distribución porcentual de participación de profesores de origen argentino en los CPM, CEAM y CMYTM.

Obsérvese que a partir del 4° CPM el número de profesores de origen argentino supera al del exterior. Hacia la mitad de los años 60, se contó con profesionales argentinos capacitados y que cumplían con los niveles de exigencia determinados por la Dirección del Curso.

„Los porcentajes continuaron ascendiendo logrando eventualmente cubrir prácticamente todas las materias.

Pero es de señalar que la invitación a profesores de gran prestigio no se interrumpió y por el grado de desarrollo alcanzado por los profesionales de CNEA es que comenzaron a organizar seminarios de mayor nivel con alto grado de especialización. Es así que en 1975 comienzan los seminarios avanzados que tienen una duración de diez semanas y en los cuales dictan clases aproximadamente 4 ó 5 especialistas. Paralelamente y en forma esporádica se organizan cursos de las características antes descriptas con participación de profesionales de otras instituciones.

Durante el desarrollo de los CPM y CMTM se dio gran importancia al trabajo de introducción a un trabajo técnico-científico, dándole a cada alumno un período de 6 a 8 semanas para realizar un trabajo en los laboratorios de la Gerencia de Desarrollo o en la industria metalúrgica según los intereses, temas y otras variables consideradas para cada caso. El trabajo, el alumno lo desarrolla bajo la dirección de un profesional "Senior", y finalizado el mismo redactan un informe técnico.

Es de señalar que habiéndose interrumpido el apoyo de OEA a través de becas, la C.N.E.A. asumió dicha responsabilidad para profesionales argentinos, notandose un aumento gradual de asistentes al curso completo y mucho más a los módulos. Los módulos que mayor asistencia tuvieron fueron los de mecánica de fractura, corrosión y ensayos no destructivos para los profesionales que no pertenecen a C.N.E.A, y para miembros de C.N.E.A. la asistencia es importante para los módulos que tratan Metalurgia de Circonio y anisotropía del comportamiento mecánico. Es de hacer notar que las materias básicas dictadas en los CPM, CEAM y CMTM son muy similares (ver apéndice 2) variando a través de los años las materias del ciclo de especialización.

12.- Análisis de los Seminarios Latinoamericanos a nivel post-doctoral (SPD)

Los seminarios desarrollados entre 1975-1984 que se mencionan en el punto 2.7. merecen un análisis independiente del desarrollado en los puntos 3 a 9, pues sus participantes no llenan exactamente los requisitos que utilizamos para definir el Programa de Capacitación en Metalurgia (PCM).

El objetivo fijado para los seminarios Latinoamericanos de post-doctorado por los directores nacionales que integran el Programa Multinacional de Tecnología de Materiales y antes el Programa Multinacional de Metalurgia de la OEA, fue la de reunir a profesionales latinoamericanos que contaran con experiencia en las áreas a ser tratadas con aquellos expositores de primer nivel internacional especialmente seleccionados.

Para lograr un intercambio fructífero de experiencias entre los concurrentes y además contar con clases de puesta al día de los avances del conocimiento en los temas fijados previamente, se decidió realizarlo en un período no mayor a dos meses. Se fijó una duración del seminario entre 8 y 10 semanas que se subdividieron en 4 o 5 módulos, y cada uno de ellos cubrió temas relacionados al tema principal del seminario. El temario fue seleccionado por el grupo de profesionales que debían tomar a su cargo la organización, designando en cada caso un coordinador general. Se desarrollaron 10 seminarios de acuerdo al siguiente detalle:

Seminarios Latinoamericanos a nivel Post-doctoral

<u>Nº</u>	<u>AÑO</u>	<u>TEMA</u>
1	1975	Solidificación y Fundición
2	1976	Transformación de fase y tratamientos térmicos
3	1977	Corrosión
4	1978	Aceros
5	1979	Deformación plástica
6	1980	Soldadura
7	1981	Ensayos No Destructivos y Garantía de Calidad
8	1982	Técnicas de Análisis en Metalurgia
9	1983	Corrosión bajo tensión
10	1984	Mecánica del continuo y Microestructura.

CUADRO Nº 20

Dado el Nº importante de participantes, expositores y los resultados obtenidos de los seminarios, hemos encarado varias encuestas a participantes y coordinadores para evaluar la labor realizada, sus beneficios y posibles recomendaciones para el futuro a ser presentada a la OEA.

12.1. Metodología de evaluación de los SPD.

Contando con todos los antecedentes, temas, expositores en la secretaría del PMTM en C.N.E.A., institución organizadora de toda la actividad, se resolvió completar la información disponible con datos más recientes y de evaluación a todos los participantes de los seminarios. En el apéndice 3 se transcribe el modelo de encuesta distribuida. Por las características que se dió a los módulos que cada uno de ellos fuera independiente, se contó por lo tanto con participantes que atendieron el semi

nario completo y otros que solo asistieron a uno o varios módulos. La encuesta fue distribuida sólo entre aquellos profesionales que asistieron al seminario completo. Además se distribuyó la encuesta que se transcribe en el apéndice 4 a cada uno de los coordinadores de los seminarios y con sus respuestas luego se mantuvieron dos reuniones de evaluación final.

Fueron enviadas 236 encuestas y se recibieron 79 respuestas. Del 33% de respuestas recibidas, gran parte pertenecen a los últimos seminarios, siendo baja la cantidad de respuestas de los primeros seminarios (posiblemente se debe a la cantidad de años ya transcurridos).

12.2. Procedencia de los participantes de los Seminarios.

En la figura N° 8 se muestra la cantidad de participantes en cada seminario y se señala el origen de los mismos si son de Argentina o pertenecen a otro país de latinoamérica.

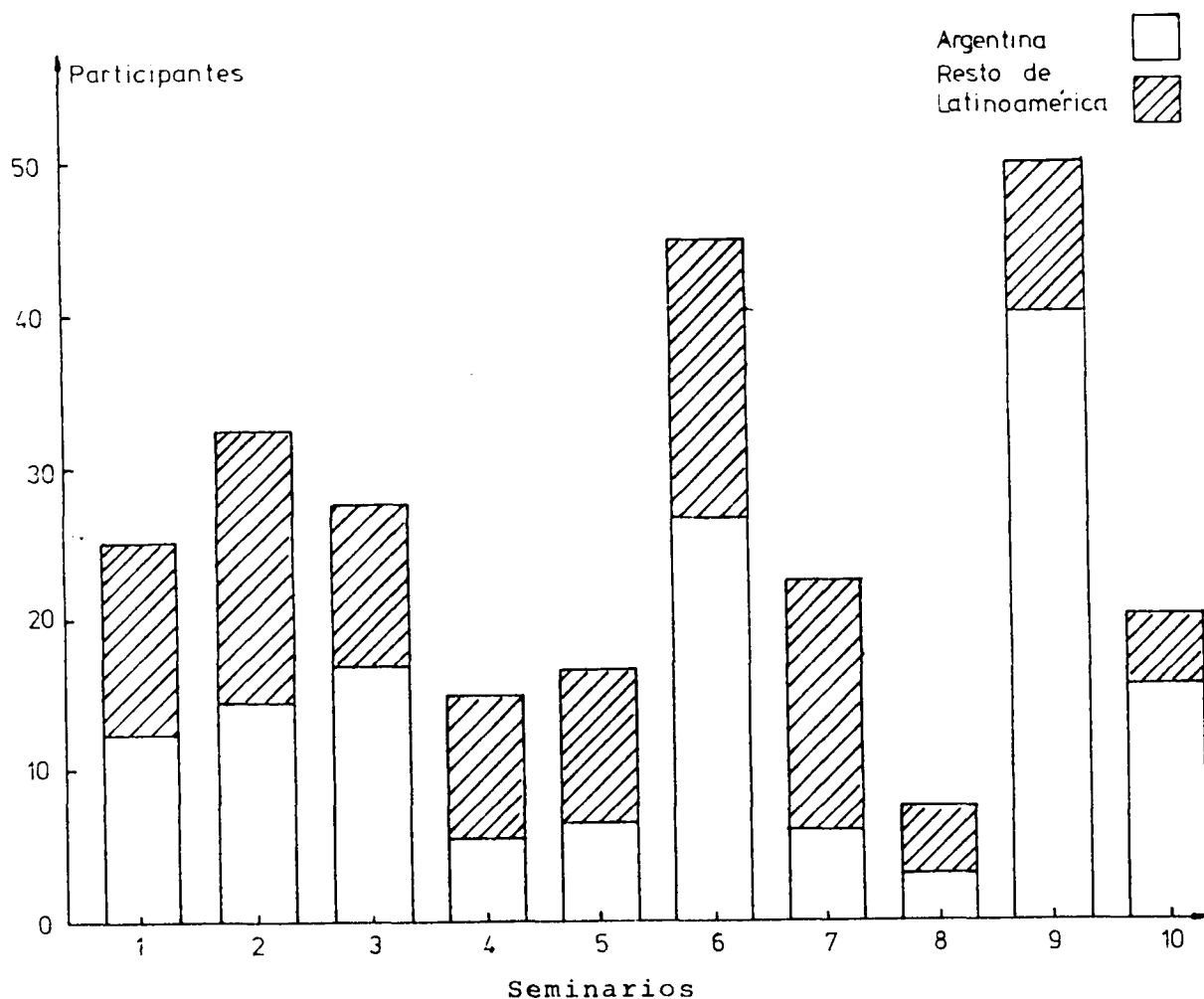


FIGURA N° 8

12.3. Distribución de los participantes de los seminarios según su lugar de trabajo.

En el gráfico N° 9 se muestra la distribución de los participantes según su lugar de trabajo.

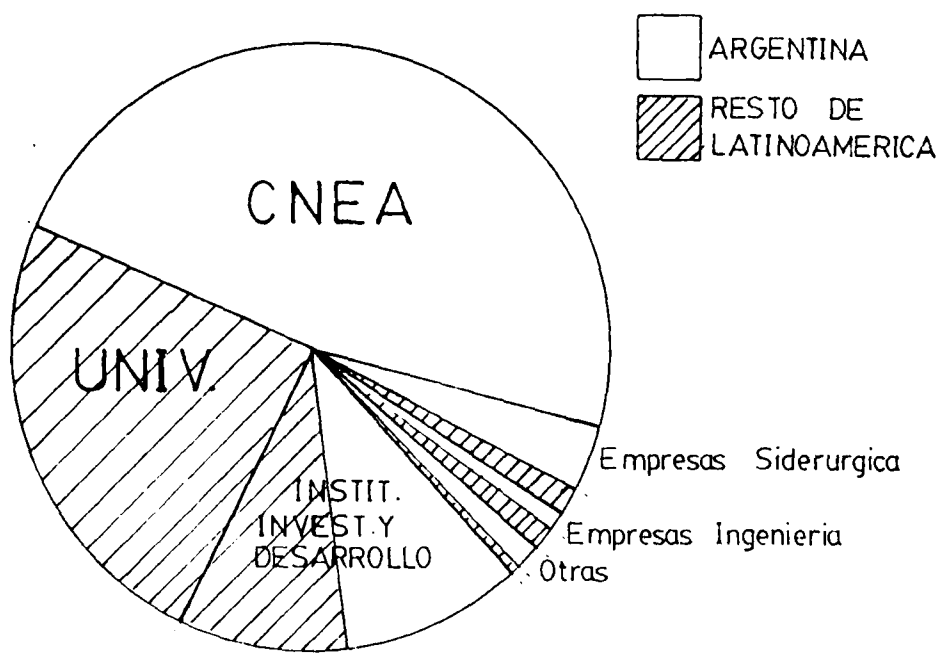


FIGURA N° 9

Como se ve en la distribución la mayoría de los participantes de estas actividades provienen de institutos de investigación y desarrollo y universidades. Además por ser la C.N.E.A. la organizadora y anfitriona en la mayoría de los seminarios (el de Acería de desarrollo en el Instituto Argentino de Siderurgia) el número de participantes pertenecientes a C.N.E.A. es elevado.

Por otra parte la mayoría de los participantes que trabajan en Universidades provinieron de otros países de latinoamérica y ninguno de Argentina. Este hecho debemos relacionarlo con la baja actividad en temas de metalurgia en todas las universidades argentinas.

12.4. Antecedentes profesionales de los participantes a los SPD.

Las figuras 10 y 11 muestran la distribución de los participantes según su carrera universitaria, separando los provenientes de las ciencias exáctas y los de ingeniería en sus diversas ramas.

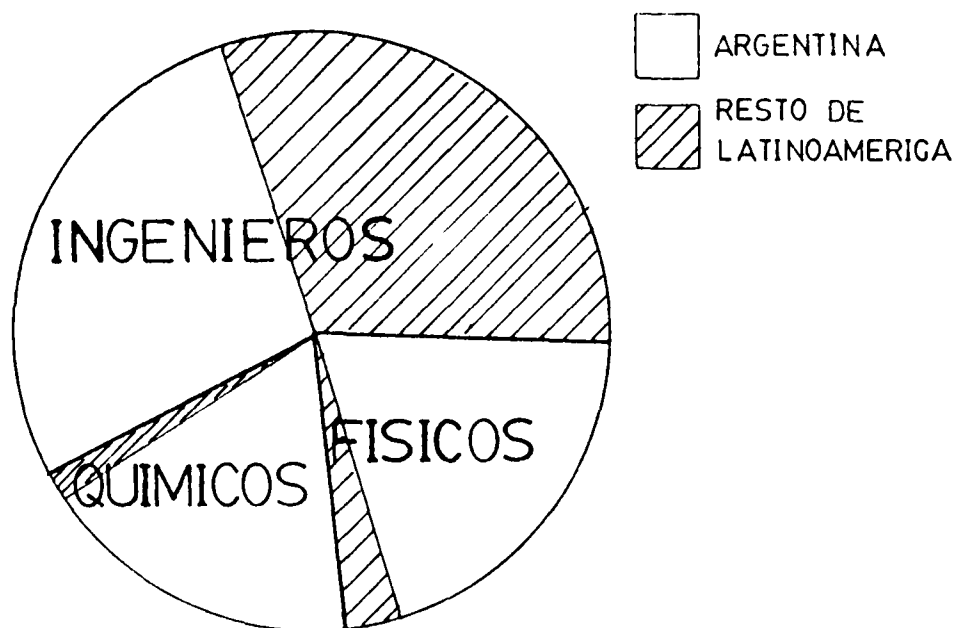


Figura N° 10: Distribución de los participantes de los SPD por disciplina y su relación a país de origen.

Es destacable que entre los argentinos hay una fuerte proporción de físicos y químicos, mientras que los otros países de latinoamérica los ingenieros son amplia mayoría. Este hecho está ligado al menor desarrollo relativo de la ingeniería metalúrgica a nivel de pre-grado en las universidades argentinas.

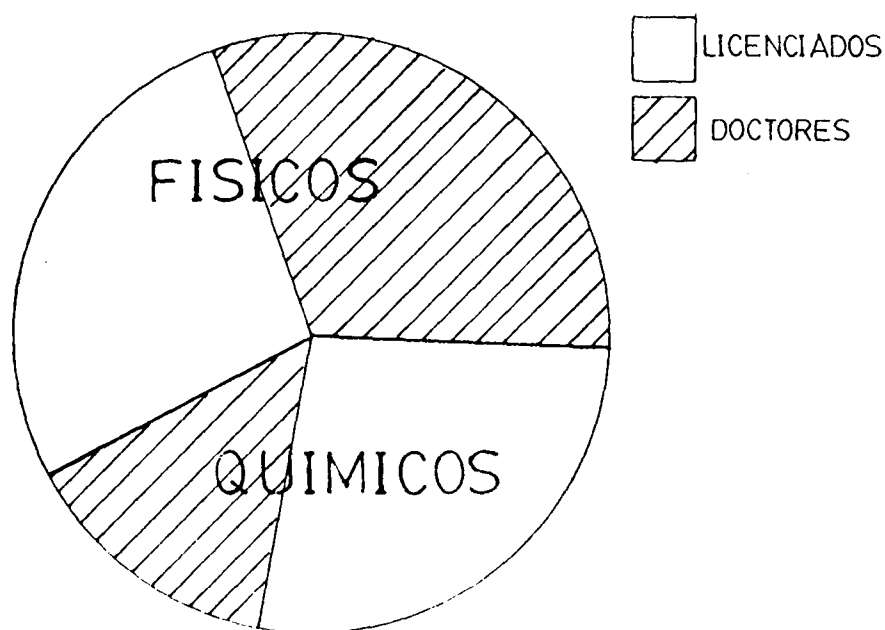


Figura N° 11: Distribución de los participantes de los SPD provenientes de las Ciencias Exáctas según su nivel académico.

Los profesionales que participan de la actividad metalúrgica en Argentina son egresados, de las ciencias exáctas, especialmente de la física y química y luego terminaron su formación con estudios de pos-grado y trabajos de investigación y desarrollo alcanzando su doctorado en las diversas universidades de la Argentina y algunas ramas de la ingeniería (ver puntos 8.2. y 8.3.).

El gráfico N° 11 muestra la relación entre doctores y licenciados en ciencias de aquellos participantes a los SPD. Es de señalar que los seminarios fueron definidos de post-doctorado; no necesariamente todos los participantes habían alcanzado dicho título académico al momento de asistir a los mismos, pero dada la experiencia per

sonal y la actividad que desarrollaran al momento de enviar la solicitud de inscripción, permitió a las autoridades de cada seminario hacer la selección y admisión de los mismos.

12.5. Distribución por edades de los participantes a los SPD.

La figura N° 12 muestra la distribución por edades, estos datos se obtuvieron de aquellos participantes que repondieron la encuesta. Por el porcentaje de respuestas obtenidas podemos sacar las conclusiones y hacerlas extensivas a la totalidad. Como se observa en dicha figura hubo una asistencia relativa más importante de profesionales de 25 a 34 años especialmente los de Argentina. Este hecho se debió a que muchos miembros de C.N.E.A. participaron de los seminarios y que contaban con los títulos académicos correspondientes.

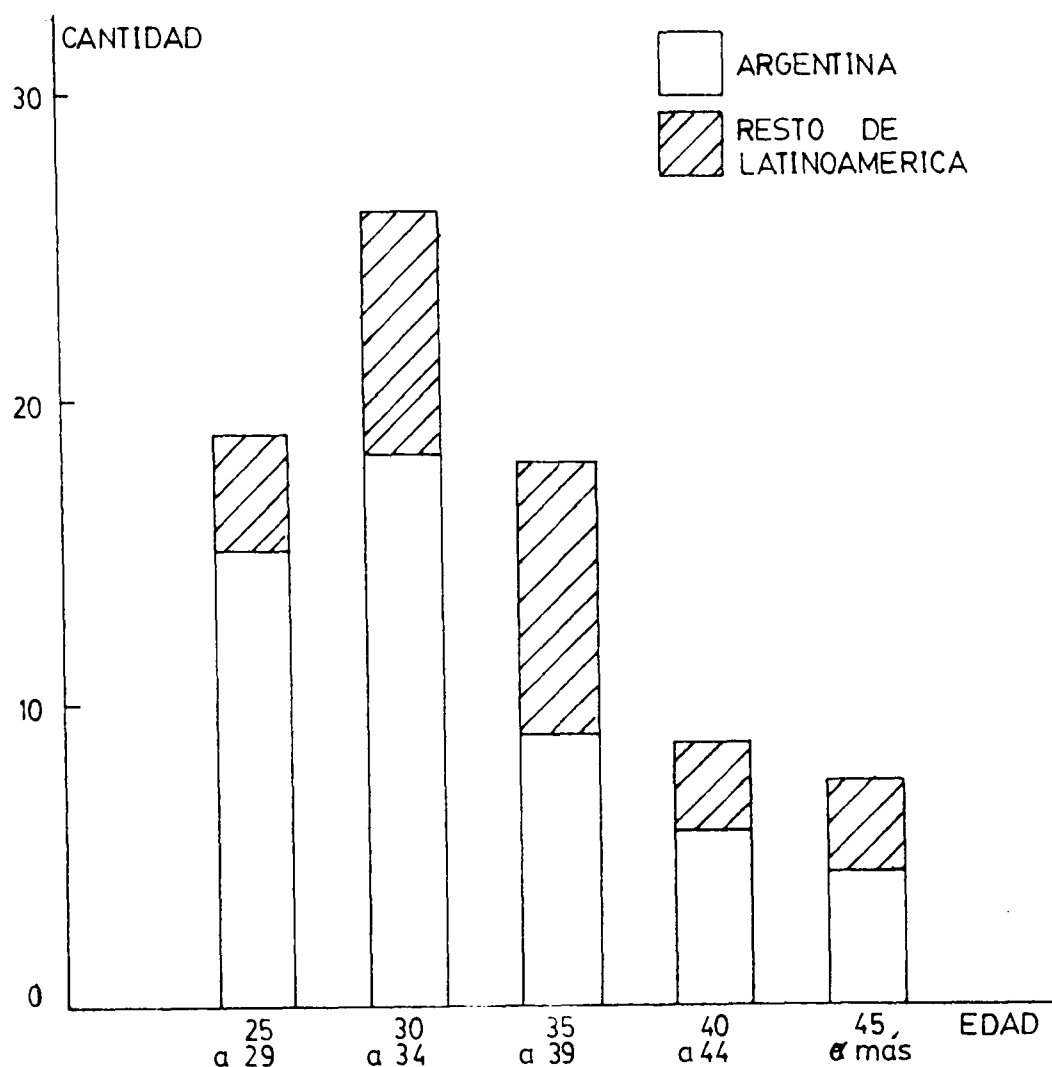


FIGURA N° 12

12.6. Distribución de los participantes de los SPD por tipo de actividad.

La figura N° 13 muestra la distribución de los participantes según el tipo de actividad que están desarrollando. Como vemos resultan mayoría los profesionales dedicados a la investigación y un poco menos lo que la complementan con actividades docentes. Este resultado es esperable de un grupo que trabaja fundamentalmente en universidades e institutos de investigación y desarrollo.

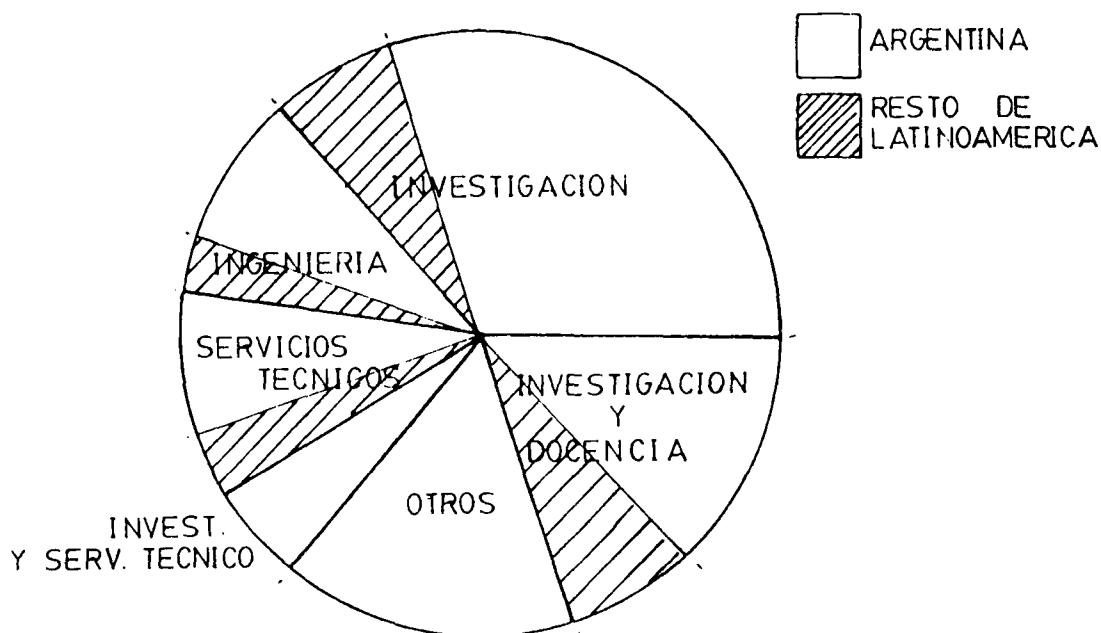


Figura N° 13: Distribución por actividad profesional de los participantes de los SPD.

12.7. Utilidad de los SPD para los participantes.

En una de las preguntas que se formularon a los participantes (ver encuesta apéndice N° 3) se solicitó que analizaran que utilidad les dio el seminario que asistieron para su actividad profesional.

- a) En un 68% de las respuestas recibidas el seminario sirvió para actualización de conocimientos.

- b) Un 37% de las respuestas dan que el seminario sirvió para establecer vinculaciones.
- c) Un 30% de las respuestas señalan que el seminario sirvió para adquirir conocimientos. Los puntos a) y b) reflejan la utilidad que se buscó para los seminarios. Además consideramos que para el grupo cuya respuesta fue la adquisición de conocimientos, ello refleja que:
- d) A los seminarios asistió un número siginificativo de profesionales con experiencia laboral menor a los 5 años para quienes varios de los temas tratados fueron nuevos y no de actualización.
- e) Para varios profesionales de este grupo el seminario le brindó elementos para iniciar nuevas investigaciones y también cambiar su tema básico.
- f) Las exposiciones en algunos seminarios fueron programadas como para abrir nuevas líneas en temas donde ya había una sólida experiencia de trabajo. El seminario de corrosión fue orientado como para introducir el análisis de superficies en dicha área. El seminario de fundición dio origen a nuevas líneas en soldadura que luego se afirmó en C.N.E.A. con una división y originó grupos de trabajo en varios institutos. El de Deformación Plástica abrió el campo de la evolución de textura en aleaciones de circonio, su dependencia con el proceso de fabricación y su influencia en las propiedades del material, experiencia ampliamente utilizada en la Fábrica de Aleaciones Especiales.

El de soldadura realizado en el momento del lanzamiento del Plan Nuclear Argentino aportó para que se consolidara la ingeniería de soldadura en Argentina.

Las dos técnicas de análisis y de mecánica del contínuo y microestrutura, dieron origen a una fuerte interacción regional. Para mencionar un caso, existe hoy día un plan de trabajo conjunto sobre deformación plástica de metales anisotrópicos entre las Universidades Católicas de Chile y de Valparaíso, y el Departamento Materiales de C.N.E.A.

El hecho que todos los seminarios fueron desarrollados en Buenos Aires, trajo como consecuencia que más de la mitad de los participantes fueran de la Argentina. Además se contó con pocas becas para gastos de traslado y viáticos de posibles participantes de otros países y de otros lugares distantes de Buenos Aires. El cuadro N° 21 muestra el detalle de los participantes por país de origen.

PAIS	CANTIDAD	%
Argentina	149	57
Bolivia	3	1
Brasil	8	3
Colombia	17	6
Costa Rica	4	2
Chile	36	14
Ecuador	6	2
Guatemala	1	-
México	17	6
Perú	4	2
Venezuela	12	5
Uruguay	4	2
TOTAL	261	100

PARTICIPANTES SEGUN PAIS DE ORIGEN

CUADRO N° 21

Debemos resaltar la poca cantidad de participantes en el 8° seminario Técnicas de Análisis en Metalurgia desarrollado en 1982, pués se realizó bajo circunstancias muy especiales. (El mismo tuvo lugar pocas semanas después de haberse finalizado el conflicto de las Islas Malvinas entre la Argentina y el Reino Unido de Gran Bretaña, durante la preparación del mismo hubo varias cancelaciones de viajes de los expertos que habrían de intervenir en el mismo. El seminario finalmente se desarrolló con la participación de especialistas de la Argentina y algunos de otros países de latinoamérica.

Los de Deformación Plástica, y de Mecánica del Continuo y Microestructura, generaron el 1er. Coloquio Latinoamericano sobre Comportamiento Mecánico de Metales anisótropos realizado en Tandil, Argentina, en julio de 1985.

Respecto a la pregunta sobre vinculaciones de trabajo establecidas durante el seminario, los encuestados respondieron que:

- g) Un 41% mantiene contacto con los expositores de los seminarios.
- h) Un 76% mantiene contacto con otros participantes.
- i) Un 86% mantiene contacto con miembros de C.N.E.A.

Es de hacer notar que ningún encuestado respondió que no mantiene contactos.

Estos resultados resultan alentadores para los organizadores de la actividad descrita, pues marca haber alcanzado uno de los objetivos del Seminario de pos-doctorado.

Siguiendo una política ya experimentada dentro de los Proyectos de OEA con los Cursos Panalmericanos, y cumplido este ciclo de 10 Seminarios Latinoamericanos con sede en Argentina, este tipo de reuniones se organizan desde 1985 en Chile.

Paralelamente el PMTM ha iniciado en 1985 una serie de Coloquios. El objetivo de los mismos es reunir a especialistas latinoamericanos en un tema específico con expertos internacionales, a fin de presentar y discutir líneas de trabajo, establecer acciones de cooperación e ir adecuando dichas líneas a los últimos avances internacionales. Para lograr estos objetivos se ha reducido la duración de la reunión de las 10 semanas de los seminarios a una semana aproximadamente. Esto permite contar con la presencia activa de los profesionales experimentados de la región.

13. INSTITUCIONES EN LAS QUE HAN RECIBIDO ENTRENAMIENTO LOS PARTICIPANTES DEL PIEM

En todas estas instituciones los participantes del PIEM han desempeñado actividades en diversas circunstancias tales como: becarios, investigadores asociados junior, investigadores asociados senior, profesores visitantes, expertos, etc. Resulta importante señalar que pese a este intenso programa de viajes al exterior y de estadías exitosas en instituciones de prestigio internacional, prácticamente todo el personal enviado regresó al país, por lo que puede decirse que el "brain drain" de la Gerencia ha sido en verdad nulo, record que posiblemente no muchas instituciones argentinas pueden presentar.

Como parte del PIEM el personal de la Gerencia completó su formación con estadías entre seis meses y tres años en prestigiosas instituciones extranjeras cuya lista sigue a continuación:

- . Argonne National Laboratory, EE.UU.
- . Atomic Energy of Canada Ltd., Canadá.
- . Atomic Energy Research Est., Harwell, Gran Bretaña.
- . Battelle Memorial Institute, Ohio, EE.UU.
- . Battelle North West Laboratory, EE.UU.
- . Bochumer Verein für Gusstahlfabrikation, Alemania Occ.
- . British Iron and Steel Research Association, Gran Bretaña
- . CAMECA, Francia.
- . Carnegie Institute, Pittsburgh, EE.UU.
- . Case Institute of Technology, EE.UU.
- . Cavendish Laboratory, Cambridge, Gran Bretaña.
- .. Central Electricity Generating Board, Gran Bretaña
- . Centro de Estudios de Física Teórica, Trieste, Italia.
- . Centro de Estudios Nucleares, Grenoble, Francia
- . Centro de Estudios Nucleares, Fontenay-aux-Roses, Francia.
- . Centro de Estudios Nucleares, Saclay, Francia.
- . Centre de Recherches Metallurgiques, Francia.
- . Comitato Nazionale de Energia Nucleare, Casaccia, Italia.
- . Commisariat de Energie Atomique, Mohl, Bélgica.
- . Commisariat a l'Energie Atomique, Saclay, Francia.

- . Cranfield Institute of Technology, Gran Bretaña.
- . Ecole Superieure des Mines, París, Francia.
- . Ford Motor Co., EE.UU.
- . Foster Wheller Corp., EE.UU.
- . Institute de Recherches Siderurgiques, Francia.
- . Instituto de Física y Matemática, Santiago, Chile.
- . Instituto de Física y Química, San Carlos, Univ. San Pablo, Brasil.
- . Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Esteben Terrada, Madrid, España.
- . Instituto de Pesquisas Tecnológicas, San Pablo, Brasil.
- . International Development Research Center, Canadá.
- . Junta de Energía Nuclear, España.
- . Karslsruhe Kernforschungszentrum, Alemania Occidental.
- . KFA, Jülich, Alemania Occidental.
- . Laboratoires de Physique des Metaux de la Marine, Francia.
- . Laboratoires de Physique de Solides, Orsay, Francia.
- . Lawrence Radiation Laboratory, EE.UU.
- . Los Alamos National Laboratory, EE.UU.
- . Mellon Institute, EE.UU.
- . Massachusetts, Institute of Technology, EE.UU.
- . Max Planck Institute, Stuttgart, Alemania Occidental.
- . Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, EE.UU.
- . Organización de los Estados Americanos, Washington, EE.UU.
- . Reaktor Brennelement Union, m.b.H., Hanau, Alemania Occidental.
- . Siemens A.G., Alemania Occidental, actualmente KWU.
- . Southwest Research Institute, San Antonio, EE.UU.
- . Technischer Ueberwachungs Verein, Baden, Alemania.
- . Universidad de Birmingham, Gran Bretaña.
- . Universidad de Bologna, Italia.
- . Universidad de Brunel, Uxbridge, Gran Bretaña.
- . Universidad de British Columbia, Canadá.
- . Universidad de Cambridge, Cambridge, Gran Bretaña.
- . Universidad de Cornell, EE.UU.
- . Universidad de Harvard, EE.UU.
- . Universidad de Illinois, EE.UU.
- . Imperial College, Universidad de Londres, Gran Bretaña.

- . Universidad de Mc Gill, Canadá.
- . Universidad de Munich, Alemania Occidental.
- . Universidad de Ohio, EE.UU.
- . Universidad de París, Francia.
- . Universidad de Pennsylvania, EE.UU.
- . Universidad de Pittsburgh, EE.UU.
- . Universidad de Sao Paulo, Brasil.
- . Universidad de Sheffield, Gran Bretaña.
- . Universidad de Stanford, Gran Bretaña.
- . Universidad de Sussex, Gran Bretaña.
- . Universidad de Tecnología de Compiegne, Francia.

14. Impacto Institucional del PCM

Hasta ahora hemos reseñado las actividades de las personas a través del PCM, pero resulta muy importante analizar el impacto causado por las actividades en las más diversas instituciones en que tuvieron lugar, en especial lo haremos con aquellas que están relacionadas con el Programa Multinacional de Metalurgia de la OEA. El análisis se realizará por país y dentro del mismo se presentarán los resultados obtenidos de la relación directa entre las instituciones y la Gerencia de Desarrollo de la C.N.E.A., el efecto del apoyo otorgado por la OEA y la promoción obtenida por los miembros que la integran pertenecieron al PCM.

14.1. Argentina

En la introducción se relatan los principios sobre los cuales se estructuró el PCM en la C.N.E.A., y las condiciones del medio circundante en los comienzos del Programa. De los efectos de la evolución de las diversas líneas de investigación y desarrollo en metalurgia se obtienen los resultados tecnológicos más directos, como son las plantas piloto de fabricación de diversos tipos de elementos combustibles, con uranio enriquecido y natural y de fabricación de tubos y 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 desarrollan en la C.N.E.A., 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, transferencia de tecnología a la industria local, etc.

En la tabla N° 2 se detalla la interacción lograda por la Gerencia con las diversas instituciones del país, en diferentes actividades, relacionadas con la metalurgia física y de transformación.

<u>INSTITUCIONES</u>		DOCENCIA			INVESTIGACION			ASISTENCIA TECNICA		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
1.	Asociación Argentina para el desarrollo Tecnológico.	3	-	-	-	-	-	3	-	-
2.	Asociación Argentina de Tecnología Nuclear.	3	-	-	-	-	-	3	4	-
3.	Centro Argentino de Información Científica y Técnica.	-	-	-	-	-	-	0	5	-
4.	Centro Argentino de Ensayos No Destructivos.	2	-	-	-	-	-	3	3	-
5.	Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Bs. As.	4	5	5	5	-	-	4	-	-
6.	Dirección General de Asesoramiento Técnico de la Pcia. Sta. Fe.	4	0	0	2	0	1	3	3	3
7.	Ejército Argentino.	-	-	-	3	0	0	2	2	0
8.	Fuerza aérea Argentina.	-	-	-	3	0	0	2	2	0
9.	Instituto de Biología de Trabajo y Ejercicios.	-	-	-	-	4	0	0	0	-
10.	Instituto de Investigaciones Aeroespaciales.	-	-	-	3	0	0	0	0	0
11.	Instituto Nacional de Tecnología Industrial.	-	-	-	0	0	4	3	3	0
12.	Centro de Investigaciones Metalúrgicas/INTI/Univ.	3	-	-	4	3	4	4	0	0
13.	Instituto de Racionalización de Materiales.	-	-	-	-	-	4	5	5	-
14.	Instituto Superior del Profesorado Bs. As.	0	2	-	-	-	-	-	-	-
15.	Instituto Tecnológico de Buenos Aires.	5	5	-	-	-	-	-	-	-
16.	Laboratorio de Ensayos de Materiales Pcia. Bs. As.	-	-	-	2	4	0	3	0	0

<u>INSTITUCIONES</u>	DOCENCIA			INVESTIGACION			ASISTENCIA TECNICA		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
17. Secretaría de Ciencia y Técnica.									
18. Secretaría de Energía Sub-Secretaría de Planificación Energé tica.									
19. Universidad de Buenos Aires -Facultad de Cs.Exáctas.	3	4	3	3	1	3	1	0	0
20. Facultad de Ingeniería.	0	0	1	0	4	3	1	1	4
21. Facultad de Odontología.	2	-	-	0	3	0	0	0	0
22. Universidad Católica de Córdoba -Facultad de Ingeniería.	0	-	-	3	-	-	-	-	-
23. Universidad del Centro, Tandil, Pcia. de Buenos Aires.	4	-	-	3	0	2	2	2	0
24. Universidad de la Plata -Facultad de Cs. Exáctas.	0	3	4	0	0	0	0	0	0
25. Facultad de Ingeniería.	3	-	-	4	5	5	3	2	2
26. Facultad de Ingeniería Química.	0	-	-	3	-	-	-	-	-
27. Instituto de Aplicaciones Físico-Quími cas Teóricas y Aplicadas.	3	0	0	0	3	3	3	0	0
28. Universidad del Litoral, Santa Fe. -Facultad de Ing.Qca., Dpto. Metalurgia.	3	-	-	0	0	0	2	-	-
29. Universidad de Mar del Plata, Pcia. de Buenos Aires.	3	-	-	2	-	-	3	-	-
30. Instituto Nacional de Tecnolo gía de Materiales. (INTEMA)	2	-	-	-	2	2	-	-	-
31. Universidad Nacional de Cuyo -Instituto de Física Balseiro.	4	5	5	5	5	5	4	4	5
32. Universidad de Rosario -Facultad de Ciencias e Ingeniería.	4	4	-	4	5	4	-	-	0
33. Instituto de Matemática Aplicada.	-	-	-	0	4	0	0	0	0
34. Instituto de Mecânica	-	-	3	4	5	4	0	0	0

INSTITUCIONES	DOCENCIA			INVESTIGACION			ASISTENCIA TECNICA		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
35. Universidad del Sur -Departamento de Ingeniería.	3	0	5	5	4	4	3	2	0
36. Universidad Nacional de Tucumán -Facultad de Ciencias.	0	0	0	3	0	3	0	0	0
37. Universidad Tecnológica Nac. -Facultad Regional Bahía Blanca.	3	-	-	-	-	-	2	-	-
38. Facultad Regional Bs. As.	3	-	-	0	0	2	2	-	-
39. Facultad Regional del Delta.	3	-	-	-	-	-	2	-	-
40. Facultad Regional de San Fran- cisco, Córdoba.	3	-	-	2	0	3	3	2	200
41. Facultad Regional de San Nicolás, Bs. As.	3	-	-	2	0	0	2	-	-
42. Facultad Regional de Tucumán.	3	-	-	0	0	0	2	2	0
43. Unión Industrial de Jujuy.	3	-	-	-	-	-	2	-	-
44. Servicio Naval de Investigación y Desarrollo, Arm. Arg.	-	-	3	4	0	3	3	0	0
45. Sociedad Argentina de Meta- les.	2	-	-	-	-	-	5	5	-

Cuadro N° 22: Instituciones de la República Argentina con las que se mantienen relaciones a través de la Gerencia, el P.M.M., el PMTM, el PREND.

a) Código de actividades:

<u>Docente</u>	<u>Investigación</u>	<u>Asist.Técnica</u>
A-Dictado de cursos	D-Recibido Becarios	G-Asesoramiento
B-Trabajos Finales	E-Programa de Inv.Conj.	H-Servicios
C-Tesis Doctorales	F-Uso de Lab. y Plantas	I-Desarrollo

b) Cuantificación del grado de interacción con la Gerencia de Desarrollo de la C.N.E.A.

- : no posee esa actividad
- 0: no existe interacción.
- 1: muy pobre - sólo consultas
- 2: pobre por excepción.
- 3: regular esporádicamente.
- 4: bueno a menudo.
- 5: muy fuerte - permanente.

Podemos observar que:

- a) Existe una gran interacción con las universidades que dictan materias o tienen departamentos con actividades afines a la metalurgia o que cuentan con la carrera metalúrgica.
- b) Se observa muy buena relación con las instituciones que ofrecen becas para realizar la carrera de doctorado.
- c) Interacción con los institutos estatales, privados o mixtos formados para la promoción y el apoyo de determinados sectores o especialidades como ser el IRAM, IAS, etc. Esta acción permite a los profesionales de la C.N.E.A. participar de los programas de actividades desarrolladas por dichos institutos estando en contacto con miembros de la industria y comercio local.
- d) La actividad de asesoramiento y asistencia técnica permite a los más diversos organismos utilizar la capacidad instalada aprovechando al máximo el equipamiento, que algunos de ellos son únicos en el país; su biblioteca con colecciones únicas en publicaciones periódicas, libros, etc., facii

lidades de ensayos, etc.

- e) La actividad de difusión se realiza con las diversas instituciones que organizan seminarios, simposios, congresos o jornadas dedicadas a temas específicos, apoyando económicamente y organizativamente dichos eventos. Debe recalcar la acción desarrollada en las seis Jornadas Metalúrgicas de la Sociedad Argentina de Metales, donde como promedio del 50 al 60% de los trabajos leídos pertenecían a miembros de la Gerencia.

Con respecto a la actividad en particular del PMM hacia la Gerencia y otras instituciones podemos resumir:

- a) El Programa ha interactuado con veintiocho instituciones del resto de Latinoamérica pertenecientes a trece países.
- b) Ha apoyado a las diversas líneas de investigación de la Gerencia a través de la adquisición de equipos y material bibliográfico.
- c) Ha editado los apuntes de los CPM, CEAM y seminarios que patrocinó.
- d) Ha publicado doscientos sesenta y seis documentos de miembros pertenecientes a actividades apoyadas por el mismo.
- e) Se recibieron en la Gerencia ciento nueve expertos a través de los diez años del PMM.
- f) Ofreció becas y apoya a profesionales del interior del país tanto para desarrollar actividades en la Gerencia como en otras instituciones de Latinoamérica, EE.UU. o Europa.

14.2. Bolivia

La interacción con este país comenzó a través de la llegada de becarios de varias universidades y entes estatales a asistir a los CPM. En total se recibieron ocho becarios que se han integrado a actividades más afines con la metalurgia de transformación. Este entrenamiento ha servido para que en un país eminentemente minero y con gran tradición en la metalurgia extractiva se introdujeran los procesos metalúrgicos con tecnologías de avanzada. Existe un grupo realizando tareas docentes y de investigación en la Universidad de San Andrés donde tiene su sede el Proyecto de la OEA en Bolivia con el cual se mantiene un contacto regular. Además se interactúa con el sector de Energía Atómica.

En END la colaboración se realiza a través del PREND, habiéndose dictado cursos y asesoramiento en el uso de las técnicas.

14.3. Brasil

La interacción del PMM con instituciones brasileñas comenzó en la década del '60 con la participación de algunos miembros del Instituto de Pesquisas Tecnológicas de San Pablo (I.P.T.) en el dictado de cursos en el PMM. Además a partir del 2º PMM hubo alumnos de las diversas universidades e institutos de investigación que luego completaron su formación con tesis de doctorado en universidades argentinas. Con el retorno de los becarios se notó una intensificación de la actividad metalúrgica como disciplina tecnológica en universidades, en la industria privada como Usiminas, centros de investigación y desarrollo, etc. Las relaciones entre la Gerencia y las diversas instituciones 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 Cobre, Proyecto Especial de Procesos Metalúrgicos, etc.

El PMM comenzó en el Brasil en el año 1974 y ha contribuido a aumentar el equipamiento existente de varias instituciones, en especial el Centro Militar de Ingeniería, Centro de Pesquisas de Materiales. Además recibieron la asistencia de expertos, dictado de cursos y seminarios y apoyo a las tareas de investigación en áreas como transformaciones de fase, materiales compuestos, materiales cerámicos, films delgados, comportamiento mecánico de los metales, etc., El PREND comenzó su interacción en los últimos años, intensificándose en 1984 y 1985 con el dictado de varios cursos.

Los centros con los que se mantiene o mantuvo mayor interacción son los siguientes: Escuela de Ingeniería de San Carlos, San Pablo; Centro Técnico Aeroespacial de San José Dos Campos, el C.O.P.P.E.; la Universidad Federal de Minas Gerais; de Río Grande do Sul; la Universidad Federal de Campinas, el Instituto de Pesquisas Tecnológicas de San Pablo y la Asociación Brasileira de Ensaios nao Destructivos (ABENDE).

14.4. Centroamérica

La actividad más intensa con los países integrantes de Centroamérica, ha sido la recepción de becarios para los diversos cursos y trabajos de tesis. En total se recibieron siete (7) becarios.

14.5. Honduras

La interacción con Honduras ha sido bastante intensa ya que hubo continuidad en el envío de alumnos al CPM, y se logró activar el desarrollo de la metalurgia dentro de la Universidad Autónoma. Desde 1975 hasta 1981 el grupo pertenece al PMM y con el apoyo económico de la OEA lograron equipar un laboratorio y comenzaron a formar a los estudiantes en temas de metalurgia. En estudios de prefactibilidad de proyectos siderúrgicos, se provocó una actividad metalúrgica de gran envergadura, poco usual en esos días en Honduras. Las acciones desarrolladas en la Universidad, se volcaron principalmente a la formación de recursos humanos, y con apoyo de OEA asistieron a los CPM dictados en el Centro Sede y en México. Se dictaron además, cursos de corta y larga duración, con asistencia de expertos de la región, todos ellos pertene

cientes al PMM. La elaboración del proyecto de siderurgia de Agalteca y el proyecto de Aceros de Honduras S.A. son una demostración del desarrollo de la capacidad local para realizar y llevar adelante proyectos de envergadura requiriendo sólo en forma aislada apoyo del exterior sin realizar contrataciones o adquisiciones de tipo "llave en mano".

Programa Centroamericano de Metalurgia

Este programa cuenta con el apoyo de la OEA y a él pertenecen: Costa Rica, Guatemala y El Salvador, se creó en el año 1976 y comenzó sus actividades apoyando algunas instituciones ya existentes en los mismos a través de la adquisición de equipos, material bibliográfico, etc.

El apoyo a este Programa es prioritario dentro de los propósitos del PMM. En este sentido la interacción con Costa Rica y El Salvador se ha intensificado recibiendo becarios en el CMTM.

14.6. Colombia

La interacción del PCM con algunas instituciones como el I.I.T. y la Universidad Nacional de Colombia comenzaron con el envío de becarios a los CPM a los comienzos de la década del '60. En total asistieron veinte alumnos a los CPM y varios de ellos completaron luego su formación con las tesis de doctorado. Además es de hacer notar la continuidad de asistencia de una misma institución a cursos. Esta política permitió crear un grupo autónomo en la Universidad Nacional de Colombia, que luego promovió la formación de institutos especializados en metalurgia dentro de sus instituciones madres.

El resumen global del efecto que ha tenido el aporte de la OEA, que comenzó en 1971, está sintetizado en el informe presentado a la reunión de coordinación del PMM en su 10° aniversario, y transcribiremos los puntos más salientes.

El aporte de la OEA permitió iniciar una actividad investigativa en las áreas de la Metalurgia extractiva del níquel y del cobre, el desarrollo tecnológico de fundiciones ferrosas y no ferrosas, metalurgia en aceros especiales, tratamientos térmicos y 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 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 ha tenido un aporte positivo para el sector industrial y los centros participantes del PMM. El radio de acción se proyectó para tener una participación activa en el proceso de normalización técnica formulado por el Gobierno. Estas contribuciones se consideran vitales para la consolidación en Colombia del Programa Nacional de Tecnología de Minerales y Metalurgia que promueve el Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas (COL-CIENCIAS) con la participación de los centros metalúrgicos del país. Enumeraremos los Centros que participan en este programa: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ensayos e Investigaciones, Bogotá; Centro del Cobre, Medellín; Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Bogotá; Universidad Industrial, Santander; Departamento de Metalurgia, Bucaramanga.

Es de hacer notar que a todas estas instituciones pertenecen o pertenecieron participantes del PCM. Las acciones desarrolladas por el PMM en los centros fueron de equipamiento, visita de expertos, dictado de cursos y seminarios, tareas de investigación y de asistencia a la industria. A través del PREND la colaboración se formalizó con el Instituto de Asuntos Nucleares especialmente con los cursos de entrenamiento y asesoramiento.

14.7 Chile

La interacción entre este país y la Gerencia comenzó con la asistencia de alumnos al CPM, a comienzos de la década del '60 y la visita de expertos argentinos a algunas de sus instituciones. Posteriormente el intercambio se consolidó con la entrada de Chile dentro del PMM en 1971 a través de la Universidad Católica de Valparaíso. Los asistentes a los cursos (CPM) pertenecieron a varias instituciones pero es de hacer notar el elevado número de asistentes de la Universidad de Valparaíso y de las Fuerzas Armadas, entre otras. La continuidad en la tarea de formación de los recursos humanos ha traído aparejada una consolidación de los grupos de investigación y desarrollo.

El programa (PMM) en Chile está constituido en la actualidad por un consorcio de siete universidades, formado en 1976 e integrado por: la Católica de Valparaíso; de Chile; Técnica del Estado; de Concepción; Técnica Federico de Santa María y del Norte. Las acciones desarrolladas cubren las siguientes actividades: formación de becarios en el exterior, varios de ellos al Centro Sede, asistencia a cursos y seminarios, visitas de expertos por diferentes períodos, equipamiento. Hubo una gran actividad en el dictado de cursos de reciclado para profesionales de la industria y de universidades, con participación activa de profesores de la C.N.E.A. En total se dictaron cincuenta cursos y asistieron mil cuatrocientos sesenta y nueve profesionales. La interacción con otras instituciones se está llevando a cabo a través del Proyecto Especial sobre Tecnología del Aluminio y Cobre, dictado de cursos por parte de sus profesionales, etc. Los temas de investigación están realizándose en reducción directa de minerales de hierro, comportamiento mecánico y deformación plástica de cobre y aleaciones, procesos de flotación de minerales de cobre, pulvimetalurgia, proceso de solidificación en aleaciones de cobre y normalización y control de calidad de las mismas aleaciones. La interacción con la industria se concretó a través de cursos y seminarios y servicios de control de calidad.

A partir de 1983 se dicta en la Universidad de Cocepción el CPM en el área de Metalurgia Extractiva cubriendo un año de cursos y con opción a un segundo de trabajos de investigación tendientes a la obtención del master.

A través del PREND la interacción se realiza con el Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales (IDIEM) de la Universidad de Chile.

14.8. Ecuador

La interacción entre el PCM con el Ecuador se realizó a través de la asistencia de becarios a los CPM pertenecientes a la Escuela Politécnica Nacional de Quito y de la Escuela Politécnica Litoral del Litoral. Posteriormente se dictaron cursos y seminarios con apoyo del PMM y se otorgó asistencia en áreas específicas como ser los END en que el país ha demostrado tener un interés especial.

A través del PREND la interacción se realiza con la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica de Quito.

14.9. México

La interacción del PCM con México dio comienzos con la participación de miembros de la UNAM y de la Comisión de Energía Nuclear en el 1er. CPM y luego continuó con los cursos siguientes (en total 20 alumnos). El ingreso en el PMM en 1974 permitió concretar varias acciones e interactuar en forma más efectiva con los diversos institutos y universidades mexicanas. Las acciones fueron de envío de expertos desde C.N.E.A., participación en seminarios, asesoramiento a grupos de investigación, etc.

Las instituciones que pertenecen al PMM son: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial (CENETI), Consejo Nacional de Enseñanza Técnica Industrial (CENETI), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Instituto Mexicano del Hierro y el Acero (IMHA), la Cámara Nacional del Hierro y el Acero (CANACERO) y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. La coordinación del Proyec

to está centralizada en el CONACYT.

Las dos áreas más importantes son el curso Panamericano de Metalurgia y el desarrollo en la Universidad de San Luis Potosí que comenzó en 1976.

Cursos Panamericanos de Metalurgia (1974-1981)

El primer CPM dictado en México fue en el año 1974, correspondiéndole el número 10 y en este estudio abarcaremos el período 74-78.

Los cursos se dictaron con la misma estructura a la descripta en el punto 2.3.

Los profesionales asistentes al curso pertenecieron a diversas ramas de la ingeniería, no observándose profesionales de otras disciplinas (ver cuadro N°23).

PROFESION	TOTAL 1974-1978
ING.QUIM.METALURG.	30
ING. METALURGICA	19
ING. MECANICA	13
ING. MECANIC-ELECTRIC.	5
ING.INDUSTRIAL	8
ING.MEC-ADMINISTRAT.	3
ING.ELECTRICISTA	5
ING.EJECUC.MECANICA	2
ING.QUIMICA.	6
OTROS	7
TOTAL	98

CUADRO N° 23: Distribución por profesiones.

La distribución por países de procedencia se ve en el cuadro N° 24.

PAIS	PARTICIPANTES
ARGENTINA	4
BOLIVIA	2
BRASIL	2
CHILE	7
COLOMBIA	5
COSTA RICA	3
ECUADOR	2
GUATEMALA	1
HONDURAS	3
MEXICO	64
PARAGUAY	1
PERU	3
VENEZUELA	1
TOTAL	98

Cuadro N° 24: Distribución por países de procedencia.

Del análisis de instituciones a las que pertenecieron los alumnos de origen mexicano podemos observar la siguiente distribución:

INSTITUCIONES	ALUMNOS
Institutos de Enseñanza de Invest.y Desarr.	53
Industria Metalúrgica (especialmente sector fundición y de altos hornos).	11

Cuadro N° 25: Distribución por Institutos de Eneñanza.

(Del resto de los participantes no se pudo realizar este análisis por falta de datos).

El proyecto desarrolló la Infraestructura de Enseñanza e Investigación de la Metalurgia en Instituciones de Enseñanza Superior en México (caso piloto) Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Este proyecto ha volcado sus primeros esfuerzos a la formación de su plantel de profesionales a través de la asistencia a cursos, recepción de expertos.

Se equipó un laboratorio de metalografía y permitió aumentar las facilidades de ensayos prestando luego servicios de asistencia técnica a varias empresas. La colaboración en temas de END se realiza a través del CONACYT, habiendo dado entrenamiento a través de varios cursos.

14.10. Perú

La interacción del PCM con el Perú se realizó a través de la asistencia de becarios a los CPM.

En total asistieron catorce (14) alumnos, siendo la mayoría de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Varios de los egresados obtuvieron su doctorado, otros pasaron al Instituto Peruano de Energía Nuclear. En la actualidad C.N.E.A. está construyendo un centro nuclear que incluye, entre otras instalaciones, un reactor de investigaciones e irradiación, etc. Además realiza tareas de asistencia técnica y científica, recibiendo en forma permanente becarios del Instituto, especialmente desde que C.N.E.A. está proveyendo un Centro nuclear con sus instalaciones auxiliares.

En END la colaboración se realiza a través del PREND.

14.11. Venezuela

La interacción con el PCM se realizó principalmente con los alumnos asistentes a los CPM, y luego por el dictado de cursos y seminarios en varias instituciones.

A partir de 1982 el Proyecto de Metalurgia en Venezuela dicta el CPM en el área de transformación dentro de la UCV (Universidad Central de Venezuela). La modalidad de este curso permite optar a los alumnos aventajados a un Master participando durante un año en trabajos de investigación.

El Proyecto venezolano apoya la edición de la revista latinoamericana de metalurgia y materiales de amplia difusión regional.

Por su parte el Proyecto cubre tanto el área de Investigación y Desarrollo como la realización en trabajos con contraparte industrial en siderurgia y metales no ferrosos (aluminio en especial).

El PREND está ligado a través del Ministerio de Energía y Minas, Departamento de Normalización participando en los cursos regionales dictados en nuestro país.

15. HISTORIAS DE CASOS DE PARTICIPANTES DEL PROGRAMA DE CAPACITACION EN METALURGIA.

Presentamos breves historias de casos de trece participantes del PCM con el objeto de ilustrar en qué forma la capacitación recibida ha servido para cumplir una cierta trayectoria profesional. Estas historias han sido elegidas en función de la variedad de las posiciones actuales de los participantes tanto en actividades como en instituciones y países.

Caso N° 1

Posición actual ⁽¹⁾: Director General del Proyecto Siderúrgico de Agalteca.

País: Honduras

Formación Profesional ⁽²⁾: Ingenierio Civil

Capacitación recibida en el CPM: Cursó el 2° CPM y realizó el trabajo de seminario en Altos Hornos Zapla.

Trayectoria Profesional ⁽³⁾: Ingeniero de Proyectos en construcción en firmas privadas, Jefe de Proyectos de Infraestructura del Banco Central de Honduras, Asistente Superintendencia General de Altos Hornos Centroamérica, Asesor del Departamento de Investigaciones Industriales y de la Administración General del Banco Central de Honduras, Especialista Principal del Sector Metalúrgico del Proyecto Transferencia de Tecnología de la OEA.

Comentarios: En la encuesta (que se adjunta en el trabajo como Apéndice 1) el participante respondió de la siguiente manera al punto 6: Me ha permitido formarme profesionalmente en el campo de la Metalurgia, y especialmente en la Siderurgia".

(1) Al momento de recibir la respuesta de la encuesta.

(2) Primer título con que egresó de la Universidad.

(3) De acuerdo a lo descripto en la encuesta excluyendo su actividad en la C.N.E.A.

Caso N° 2

Posición actual: Director de Facultad de Ingeniería de la Universidad de Campinas y Profesor Titular de Metalurgia de la Universidad Federal de San Carlos.

País: Brasil

Formación Profesional: Ingeniero Aeronáutico.

Capacitación recibida en el PCM: Cursó el 2° CPM, 1965, e investigación en Solidificación y Fundición entre 1969 y 1972, obtuvo su doctorado en Ingeniería en la Universidad del Sur.

Trayectoria Profesional: Su carrera profesional la realizó en la docencia e investigación, llegó a ser propuesto para Reactor de UNICAMP. Dirige trabajos de postgrado en su Universidad.

Comentarios: El paso en la C.N.E.A. fue decisivo en mi carrera profesional. Allí aprendí la metodología de trabajo y de cómo hacer un buen abordaje de los problemas técnicos y científicos. Además pude convivir con gente inteligente y capacitada.

Caso N° 3

Posición actual: Gerente de Investigación y Desarrollo de Aluar S.A.

País : Argentina.

Formación Profesional: Licenciado en Física de la Universidad de Cuyo.

Capacitación recibida en el PCM: A través de la asistencia a cursos y seminarios, trabajos de investigación conjunta con los grupos de la Gerencia de Desarrollo.

Trayectoria Profesional: Docente del Instituto Balseiro, del CPM, investigador principal en varios laboratorios de EE.UU. como la Lockheed, y relacionado a universidades.

Caso N° 4

Posición actual: Gerente de Control de Calidad de Campos Hnos. S.A., División Aceros Especiales.

País: México

Formación Profesional: Físico Metalurgista.

Capacitación recibida en el PCM: Cursó el 1er. CPM, 1962

Trayectoria Profesional: Actuó en la docencia en la Universidad Nacional Autónoma de México llegando a ocupar el cargo de Profesor, dictó cursos en los PCM dictados en México.

Cuadro N° 5

Posición actual: Gerente Técnico de Nuclar S.A.

País: Argentina

Formación Profesional: Ingeniero Industrial.

Capacitación recibida en el PIEM: Asistió a cursos y seminarios, pasando un período de entrenamiento en Argonne National Laboratory. Ejerció la Jefatura del Departamento Servicio de Asistencia Técnica a la Industria por un período de catorce (14) años, integró el Comité asesor Centrales Nucleares y participó en los estudios de factibilidad, evaluación de las centrales nucleares Atucha I y Embalse. Dirigió el Grupo Industrial Nacional que se ocupó de la participación de la industria en los proyectos antes mencionados.

Comentarios: Ha sido una magnífica fuente de formación técnica que me ha enseñado a encarar problemas complejos con originalidad.

Caso N° 6

Posición actual: Coordinador del Programa de Posgraduados en Ingeniería Metalúrgica y de los Materiales de la Universidad Federal de Río Grande do Sul, Profesor Adjunto.

País: Brasil

Formación Profesional: Ingeniero Metalúrgico

Capacitación recibida en el PCM: Cursó seminarios y varios módulos del CPM. Realizó trabajos de investigación entre 1970 y 1974 en el grupo de Solidificación y Fundición, obtuvo su título de Doctor en Ingeniería en la Universidad de Rosario.

Trayectoria Profesional: Realizó tareas de investigación en el Instituto de Pesquisas y Desarrollo de San José dos Campos, luego ejerció la docencia, realiza tareas de investigación, dirige trabajos de postgraduación de alumnos de su Universidad complementando con tareas administrativas.

Comentarios: Utilidad muito grande. Aprendí que com recursos humanos de bom nivel um país como o Brasil pode fazer pesquisa de nivel excelente com recursos mínimos. Tuve aumentada minha visao internacional dos problemas pela salutar intercambio como profesores argentinos e convidados do exterior.

Caso N° 7

Posición actual: Gerente General de Tecnicontrol.

País: Colombia

Capacitación recibida en el CPM: Cursó el 6° CPM Ensayos No Destructivos en 1970-71.

Formación Profesional: Ingeniero Metalúrgico.

Trayectoria Profesional: Curso en el Cranfield Institute sobre Tecnología de la Soldadura, 1972. Welding Institute sobre Ultrasonido, radiografía, 1972.

Comentarios: Los métodos de trabajo aprendidos en la C.N.E.A. han sido los más útiles en mi desempeño profesional debido a la gran adecuación que éstos tienen a nuestro medio industrial y docente. El establecimiento de una oficina de consulta a la cual se suscriban los interesados con una cuota adecuada de capital podría tener mucho valor para nosotros, en especial en el campo bibliográfico y recomendaciones específicas a problemas técnicos.

Caso N° 8

Posición actual: Profesor titular de la Universidad Nacional de Ingeniería, Departamento Energía Mecánica - Asesoramiento a empresas estatales y privadas.

País: Perú

Capacitación recibida: 10° CPM, 1974

Formación Profesional: Ingeniero Mecánico-Metalúrgico

Comentarios: Mi paso por C.N.E.A., ha sido provechoso por haber tenido ocasión de debatir con profesionales de otros países aspectos tecnológicos y sociopolíticos que me permitirán tener una idea de la problemática regional (Latinoamericana) sus limitaciones y posibilidades.

Caso N° 9

Posición actual: Superintendente de la Fundición de Bilmuto de la Empresa Minera Quechisla (COMIMBOL).

País: Bolivia.

Formación Profesional: Ingeniero Metalúrgico.

Capacitación recibida en el PCM: Cursó el 8° CPM, 1972.

Trayectoria Profesional: Realiza tareas de Producción, administración e ingeniería en la empresa. Ejerció la docencia en varias universidades de su país.

Comentarios:

Comentarios: La estadía me permitió ampliar los conocimientos científicos y técnicos, que luego apliqué en la enseñanza en universidades de mi país y en mis labores habituales.

Caso N° 10:

Posición actual: Profesor titular de la Universidad Católica de Valparaíso y Jefe del Area de Metalurgia de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

País: Chile

Capacitación recibida en el PCM: Cursó el 3er. CPM, 1967 y luego realizó tareas de investigación entre 1969 y 1973 obteniendo el título de Doctor en Ingeniería otorgado por la Universidad del Sur.

Trayectoria Profesional: Realizó tareas de investigación y docencia en la Universidad, dirigió trabajos de postgrado de alumnos de su universidad y su programa de investigación pertenece al PMM y al Proyecto sobre Tecnología del Aluminio y el Cobre.

Comentarios: Mi estadía me permitió adquirir nuevos conocimientos y realizar contactos técnico-científicos.

Caso N° 11

Posición actual: Director de la Secretaría General de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

País: Argentina

Formación Profesional: Licenciado en Química

Capacitación recibida en el PIEM: Asistió a cursos y seminarios, luego de un entrenamiento prolongado en la Universidad de Birmingham, realizó trabajos de investigación obteniendo el título de Doctor en Ciencias Químicas, otorgado por la Universidad de Buenos Aires. Posteriormente realizó una estadía en el Centro Nuclear de Saclay, a su retorno se dedicó a tareas de administración científica.

Caso N° 12

Posición actual: Director de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Central de Venezuela y Profesor contratado del Instituto Politécnico de las Fuerzas Armadas Nacionales.

País: Venezuela

Formación Profesional: Ingeniero Metalúrgico.

Capacitación recibida en el PCM: Asistió al Seminario de Postgrado en Solidi

ficación Metálica, 1975.

Trayectoria Profesional: Ejerce la docencia.

Comentarios: Excelente experiencia y cursos de muy alto nivel.

Caso N° 13:

Posición actual: Senior Research Fellow de la Universidad de Sussex, Gran Bretaña.

País: Argentina

Formación Profesional: Licenciado en Física, Universidad de Cuyo.

Capacitación recibida en el PIEM: Tareas de investigación bajo la supervisión y dirección del profesor A. Guinier, luego en C.N.E.A. realización de trabajos de investigación creando el grupo de Difracción de Rayos X, docente de los CPM. Obtuvo el título de Doctor en Física otorgado por la Universidad de Cuyo. Después de una estadía de 10 años pasó a ejercer la Gerencia de Desarrollo de Aluar S.A. por un período de cuatro (4) años.

Comentarios: Muy útil en el logro de un desarrollo científico-profesional armónico e integral.

CONCLUSIONES

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 según se describieron en los puntos 3 al 15 podemos concluir que:

- a) El PCM ha producido una cantidad importante de profesionales.
- b) De la calidad de esos profesionales da cuenta el cuadro N° 15 que indica el alto porcentaje de posiciones "senior" en todas las actividades. (punto 8.3.).
- c) En materia de Metalurgia Nuclear 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.).
- d) En Metalurgia No Nuclear 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.
- e) En docencia ha producido personal apto para alcanzar los más altos niveles universitarios.
- f) En administración científica-técnica para desempeñarse en funciones ejecutivas importantes.
- g) Hay que destacar la acción de "propagación" de la Metalurgia a través de la creación y fortalecimiento de numerosas instituciones. En la Argentina si hace 30 años la Metalurgia no existía como actividad académica y docente, hoy está firmemente establecido. En el resto de América Latina ha contribuido de manera significativa a su establecimiento.
- h) En materia de investigación ha producido trabajos científicos de nivel internacional.

- i) En materia de asistencia técnica a la industria ha presentado numerosos servicios de asesoramiento, desarrollo, servicios directos y apoyando al desarrollo de proveedores para la industria nuclear.

En resumen:

Los datos evaluados en este trabajo parecen demostrar que los profesionales capacitados por medio del PCM ha aprendido a usar sus propias cabezas y sus propias manos para realizar con sólida competencia actividades en el campo de la Metalurgia y han contribuido así eficientemente al progreso y desarrollo de sus países y de la región.

AGRADECIMIENTOS

- 1.- A los miembros de la Gerencia de Desarrollo de la Comisión Nacional de Energía Atómica por la colaboración e información provista.
- 2.- Al Ingeniero Santiago Harriague y al Licenciado Luis Quesada por la colaboración en el análisis de los SPD.
- 3.- A la Señorita Carmen Avila, por la colaboración y el apoyo prestado.

APENDICE N° 1

ENCUESTA

1. DATOS PERSONALES

Apellido y Nombre:.....
Año de nacimiento:.....Nacionalidad:.....
Domicilio de trabajo:.....
.....
Domicilio particular:.....
.....
Títulos académicos:.....
.....

2. En qué institución o instituciones trabaja actualmente, y qué cargos ocupa?.....
.....
Cuál es su actividad principal? Indique con una cruz.
docencia () producción () investigación () administración
() ingeniería () servicios técnicos () Otra:.....

3. Respecto a su actuación en la C.N.E.A.:
a) Si Ud. formó parte del staff, indique fechas de entrada y salida.....
b) Si Ud. realizó una estadía transitoria, indique las fechas correspondientes, así como los cursos atendidos, seminarios, tareas de investigación efectuadas, etc.....
.....

4. Rogamos indicar si mantiene Ud. contactos frecuentes con compañeros suyos de C.N.E.A. y con la institución misma, y le agradecería sus sugerencias para estudiar estos vínculos.....
.....
.....

5. Le rogamos añadir aquí sus apreciaciones sobre la utilidad que ha representado para Ud. su paso por la C.N.E.A.
.....
.....

APENDICE 2

PLAN DE ESTUDIO DE UN CPM

CICLO BASICO	Clases	
	Teóricas	Prácticas
	Hs	Hs
Introducción a la Metalurgia	33	33
Cristalografía	21	21
Termodinámica	33	33
Introducción a la Metalurgia Física.	27	27
Defectos en Cristales	24	24
Instrumental	18	12
Solidificación y Estructura de piezas fundidas.	33	33
Transformaciones de fase y tratamien_ tos térmicos.	33	21
Transformaciones mecánicas	45	45
Propiedades mecánicas	<u>18</u>	<u>--</u>
TOTAL	306	270

CICLO DE ESPECIALIZACION

Metalografía óptica	9	9
Difracción de rayos X	15	15
Microscopía electrónica	12	12
Técnicas de microanálisis	15	15
Aceros „	24	24
Mecánica y metalurgia de la fractura.	36	--
Fatiga a altas temperaturas	18	--
Cálculo y diseño de recipientes a presión.	48	--
Soldadura	39	--
Ensayos No Destructivos	33	18
Defectos en óxidos y cristales iónicos.	16	6
Corrosión	<u>24</u>	<u>27</u>
TOTAL	289	135

CICLO DE ESPECIALIZACION	Clases	
	Teóricas	Prácticas
	Hs.	Hs.
Transformaciones mecánicas	45	12
Técnicas especiales		
-Metalografía óptica	9	9
-Difracción de rayos x	12	12
-Técnicas de microanálisis	9	9
Aceros	40	--
Mecánica y Metalurgia de la Fractura.	18	15
Soldadura	35	12
Ensayos No Destructivos	<u>30</u>	<u>25</u>
TOTAL	210	106

INTRODUCCION A LA METALURGIA

Programa

Qué es un metal
Metales como cristales
Metalografía
Deformación plástica
Recristalización
Diagramas de equilibrio de aleaciones
Solidificación
Estructuras de solidificación
Transformaciones en el estado sólido

Clases Prácticas

Uso de Microscopio -Pulido mecánico- Pulido químico- Pulido electroquímico- Deformación plástica de metales y aleaciones- Deformación superficial producida por abrasión- Diagramas de equilibrio.

INSTRUMENTAL

Programa

Medición de variables metalurgicas
Controladores
Registradores
Hornos y refractarios
Bajas presiones
Ensayos no destructivos
Diseño de instrumental

Clases Prácticas

Termocuplas y control de hornos -Bajas presiones- Pirometría óptica.

TERMODINAMICA

Programa

Introducción - Sistemas termodinámicos - Primer principio - Energía interna - Entalpía - Segundo principio - Entropía - Cambios reversibles e irreversibles - Sistemas de varios componentes - Potencial químico - Equilibrio en sistemas heterogéneos La regla de las fases - El potencial químico en los gases ideales y sustancias reales, actividad, fugacidad - Estados tipos - Curvas de energías libres en soluciones binarias y diagramas de equilibrio - Soluciones ideales y reales - Equilibrio químico.

Clases Prácticas

Problemas de aplicación.

CRISTALOGRAFIA

Programa

Estructura reticular de los sólidos cristalinos - Elementos de simetría - Proyección estereográfica - Estructura atómica de los metales.

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

INTRODUCCION A LA METALURGIA FISICA

Programa

Propiedades atómicas de la radiación:

-Radiación del cuerpo negro

-Modelos Atómicos

Propiedades ondulatorias de las partículas:

-Ecuación de Schrodinger

-Números cuánticos

-Densidad de probabilidad electrónica

-Reglas de selección

-Principio de exclusión de Pauli

Átomos multielectrónicos y la teoría de Schrodinger:

-Espectros atómicos

Electrones en metales:

-Conductividad eléctrica

-Resistividad de aleaciones

Aleaciones:

- Soluciones sólidas
- Soluciones sólidas intersticiales
- Solubilidad de átomos en intersticios

Soluciones sólidas sustitucionales:

- Límite de solubilidad sólida primaria
- Límite de fases de aleaciones

Efecto de tamaño atómico en soluciones sólidas

Fases intermedias con amplia solubilidad:

- Fases electrónicas
- Fases de laves
- Estructuras defectuosas
- Soluciones sólidas ordenadas
- Super-redes
- Super-redes de largo período
- Orden de largo y corto alcance

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

DEFECTOS EN CRISTALES Y DIFUSION

Programa

Imprerfecciones en cristales - Campo de distorsión, energía de formación y migración de intersticiales, vacancias e impurezas- Dislocaciones de borde y de hélice- Generación de dislocaciones, estabilidad, energía, regla de Frank - Plasticidad de cristales- Movimiento conservativo y no conservativo de dislocaciones - Multiplicación de dislocaciones - Interacción entre dislocaciones y dislocaciones con defectos y solutos - Endurecimiento - Difusión - Soluciones de las ecuaciones de Fick - Métodos experimentales - Teoría fenomenológica - Teoría atómica - Difusión química y efecto Kirkendall - Influencia de la temperatura y la presión sobre el coeficiente de difusión - Aplicación de conceptos de difusión a problemas de metalurgia.

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

SOLIDIFICACION Y ESTRUCTURA DE PIEZAS FUNDIDAS

Programa

La transición líquido-sólido

Nucleación - Nucleación homogénea y heterogénea - Solidificación de metales puros - Solidificación de aleaciones binarias:

- Redistribución de soluto en crecimiento con interfaz plana
- Sobreenfriamiento constituciones
- Redistribución de soluto con interfaz inestable
- Crecimiento dendrítico
- Microsegregación

Microestructura de piezas y lingotes - Zonas de la macroestructura - Zona acoquillada, columnar y equiaxial - Macrosegregación en piezas y lingotes.

Clases Prácticas

Microsegregación en aleaciones Al-Cu - Parámetros que determinan la macroestructura en lingotes - Problemas de aplicación.

TRANSFORMACIONES DE FASE Y TRAGAMIENTOS TERMICOS

Programa

Clasificación general de transformaciones de fase

Teoría de nucleación y crecimiento

Transformaciones sin cambio de composición:

- Recuperación, recristalización y crecimiento de grano
- Transformación masiva, características, cinética de migración, relación con migración de borde grano.
- Transformación martensítica en materiales ferrosos y no ferrosos, fenómenos de memoria de forma.

Transformaciones controladas por difusión, características:

- Precipitación de ferrita a partir de austenita.
- Reacción eutectoide, formación de perlita, cinética y morfología.
- Diagramas TTT isotérmicos y de enfriamiento continuo.
- Transformación bainítica, bainita superior e inferior en aceros.

Precipitación de zonas de Guinier-Preston y fases intermedias - Endurecimiento por precipitados.

CICLO DE ESPECIALIZACION

TRANSFORMACIONES MECANICAS

Programa

Tensiones y deformaciones - Elementos de las teorías de elasticidad y plasticidad - Leyes de la deformación plástica - Trabajo de deformación plástica - Medición de la resistencia a la deformación de los metales - Ensayos mecánicos - Procesos de trabajo mecánico - Laminación y forjado - Extrusión y trefilación.

Clases-Prácticas

Deformación en máquina universal de ensayo del acero bajo en carbono recocido - Observación durante la deformación de aparición y propagación de bandas de Luders y desaparición del efecto de deformación inhomogénea por la aplicación de una pre-deformación dada por la laminación - Relacionar estos efectos por la observación visual de la probeta y la característica de las curvas fuerza-deformación registrada en la máquina - Ensayo de impactos de aceros soldados, a temperatura de nitrógeno líquido y ambiente, mediciones de la energía absorbida y fractura - Extensometría eléctrica, técnica de medición, de pegado y precauciones que se deben tomar al hacer las medidas.

TECNICAS ESPECIALES: METALOGRAFIA OPTICA

Programa

Microscopía óptica - Técnicas de preparación metalográfica - Metalografía no destructiva - Otras técnicas.

Clases Prácticas

Técnicas en metalografía no destructivas.

DIFRACCION DE RAYOS X

Programa

Difracción de onda por los cristales - Rayos X - Producción - Método experimental - Método de cristal único, idea somera del método de cristal giratorio, el método del Laue en reflexión - El método de Debye-Sherrer - Difractometría - Montajes experi

Clases Prácticas

Problemas de aplicación.

PROPIEDADES MECANICAS

Programa

Microestructura cristalina y propiedades mecánicas - Deformación plástica como un proceso inhomogéneo - Movimiento de dislocaciones y flujo de deformación plástica - Obstáculos al movimiento de dislocaciones, envejecimiento - Punto de fluencia - Bordes de granos - Policristales - Ley de Petch - Endurecimiento por trabajo - Trabajado en frío - Recuperación poligonización y recristalización durante la deformación - Trabajado en caliente - Procesos térmicamente activados - Deformación plástica controlada por difusión, creep - Nucleación de clivaje; propagación en clivaje - Transición clivaje-dúctil.

CORROSION

Programa

Corrosión química

Corrosión electroquímica

Curvas de polarización, determinación y uso.

Pasivación de metales

Picado de metales y corrosión en rendijas

Ataque intergranular

Corrosión bajo tensiones

Aleaciones resistentes a la corrosión

Clases prácticas

Corrosión electroquímica

Diagramas de Pourbaix

Pares galvánicos

Pasivación.

mentales - Interpretación de resultados - Aplicaciones de los métodos radiocristalográficos.

Clases Prácticas

Problemas de aplicación.

MICROSCOPIA ELECTRONICA

Programa

El microscopio electrónico de transmisión - Teoría cinemática de la difracción de electrones - Contraste de defectos cristalinos - Campo oscuro - Microscopía electrónica de barrido: Interpretación de imágenes - Aplicaciones - Observaciones de réplicas.

Clases Prácticas

Operación del microscopio electrónico Philips Em300 - Observación de réplicas - Observación de láminas delgadas cristalinas - Observación de difracción de electrones.

TECNICAS DE MICROANALISIS

Programa

Microsonda electrónica y laser: Análisis cualitativo y cuantitativo - Aplicaciones - Otras técnicas de microanálisis : Microsonda iónica.

Clases Prácticas

Aplicaciones experimentales y ensayos generales con los equipos.

ACEROS

Programa

Metalurgia física del hierro y de los aceros - Aceros estructurales - Aceros tratados térmicamente - Aceros inoxidables.

MECANICA Y METALURGIA DE LA FRACTURA

Programa

Fundamentos de la propagación de fisuras - Tensión plana - Deformación plana - Medición K_{IC} (tenacidad a la fractura) - Aplicaciones prácticas de la mecánica de la fractura - Prevención de fallas y diseño de estructuras - Crecimiento de fisu

ras por fatiga - Factores metalúrgicos que afectan a la fractura - Clivaje, transición clivaje-dúctil - Fractura dúctil - Efectos de composición y variables termomecánicas en la fractura.

Clases Prácticas

Problemas de aplicación práctica.

SOLDADURA

Programa

Clasificación de los procesos de soldadura - Procesos de soldadura por acero - Electrodo revestido, arco sumergido, electroescoria MIG-CO₂, TIG-Soldadura por resistencia - Procesos de soldadura en fase sólida, soldadura flash, fricción Brazing y soldering - Metalurgia de la soldadura por fricción - Mecánica de solidificación - Aceros al Carbono y baja aleación - Metalurgia de los aceros inoxidable y aleaciones no ferrosas- Diseño de juntas.

Clases Prácticas

Características externas de arco y fuentes de soldadura - Electrodo revestido - Recuperación de aporte - Proceso MIG-CO₂ - Características de transferencia - Arco sumergido - Geometría del cordón - Influencia de parámetros operativos - Electroescoria - Oxícorde.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Programa

Introducción - Discontinuidades y efectos en los metales - Ensayo visual - Ensayo con líquidos penetrantes - Ensayo con partículas magnéticas - Radiografía industrial - Ensayo por ultrasonido - Ensayo por métodos electromagnéticos - Inspección de procesos metalúrgicos mediante END.

Clases Prácticas

Inspección visual:

- a) Elementos auxiliares de la visión; uso de endoscopios rígidos y flexibles, lentes y lupas estereoscópicas.

b) Observación remota; uso de circuito cerrado de televisión.

Radiografía:

- a) Ensayo radiográfico de soldadura en tubos y placas - Técnicas de exposición a doble pared - simple imagen y a doble pared-doble imagen - uso de indicadores de calidad de imagen - Determinación del efecto de la radiación dispersa.
- b) Observación de radiografías: radiografías de referencia del IIW (norma IRAM 679) - Evaluación de defectos en radiografías de soldaduras.

Ultrasonidos:

- a) Uso de equipos de ultrasonidos - Función de los diferentes controles.
- b) Uso de bloques de calibración y patrones.

Ensayo electromagnético:

Equipo para inspección de tubos en intercambiadores

Partículas magnéticas:

- a) Ensayo con equipos portátiles - Aplicación de técnica seca con corriente continua y corriente alterna.
- b) Ensayos con equipos fijos - Magnetización con bobina - Técnica húmeda con partículas fluorescentes - Uso de la luz negra - Desmagnetización.

Líquidos penetrantes:

- a) Penetrantes coloreados y fluorescentes removibles con agua - Detección de fisuras de rectificado - Ensayo en superficies rugosas.
- b) Bloques de fisuras de referencia - Fisuras por deformación en capas de cromo duro - Fisuras de fatiga térmica en bloque de aluminio.
- c) Ensayo de pérdida en camisa de cilindro.

APENDICE 3

ENCUESTA

Fecha:

1.- DATOS PERSONALES

Apellido y Nombre:.....
Año de Nacimiento:.....Nacionalidad:.....
Domicilio de trabajo:.....
.....
Títulos académicos y fechas de los títulos:.....
.....
.....

2.- En qué institución o instituciones trabaja actualmente, y qué cargos ocupa?.....
.....
.....
.....

3.-Cuál es su actividad principal? Indique con una cruz.
docencia () producción () investigación () administración
() ingeniería () servicios técnicos ()
otra:.....

4.- Respecto de su participación en el Seminario, indique qué utilidad le ha representado a Ud. su paso por el Seminario?.....
.....
.....
.....
.....

5.- Indique si mantiene contactos con algún miembro que participó del Seminario.

	Si	No
Expositores	()	()
Asistentes	()	()
Miembros C.N.E.A.	()	()

APENDICE 4

E N C U E S T A

1. Le solicitamos algún comentario sobre la integración de los participantes en el seminario que Usted coordinó.
.....
.....
.....
2. ¿Se estableció una relación entre el nivel de integración y el tipo de actividad profesional del participante, ya sea científica, productiva o tecnológica?
.....
.....
.....
.....
3. ¿Observaron problemas de integración surgidos de la formación básica del participante? ¿Cuáles?
.....
.....
.....
.....
4. ¿Los temas desarrollados por los disertantes fueron bien elegidos?
¿Puede hacer un comentario sobre la calidad de los expositores?
.....
.....
.....
.....
5. Solicitamos una evaluación de la metodología de seminarios de 10 semanas de duración.
.....
.....
.....
.....
6. Solicitamos alguna recomendación para la modificación de este tipo de actualización profesional.
.....
.....
.....
.....
7. Solicitamos comentarios sobre conclusiones de la utilidad real que tuvo el ciclo para Ud. como coordinador y para los participantes de los seminarios.
.....
.....
.....
.....

