

David L. Black

UNA VISTA INTERAMERICANA

Educación en Materiales - II

Presentado a la II Conferencia Interamericana
en Tecnología de Materiales

24-27 Agosto de 1970

México, D. F. México

Organizado por Southwest Research Institute

8500 Culebra Road
San Antonio, Texas

Gerente General de la Conferencia: R. D. Wylie

Coordinador del Simposio: David L. Black



CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA
AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (A.I.D.)

MEXICO / BUENOS AIRES

CURSOS PANAMERICANOS DE METALURGIA

EVALUACION Y PERSPECTIVAS

Dra. Nelly H. Ambrosia de Libanati
Directora, Cursos Panamericanos de Metalurgia
Programa Multinacional de Metalurgia-OEA
Comisión Nacional de Energía Atómica
Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

En este trabajo se evalúan los resultados de cinco Cursos Panamericanos de Metalurgia, organizados desde 1962 por el Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina. Se toma como base las encuestas presentadas a los graduados, las discusiones mantenidas con los mismos durante la Primera Reunión de Ex-Alumnos, que tuvo lugar en agosto de 1969 y la correspondencia intercambiada por la dirección.

De acuerdo con los resultados que resumen la experiencia de metalurgistas de Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Estados Unidos, El Salvador, México, Nicaragua y Perú, se deducen las perspectivas de realizar futuros cursos similares y/o complementarios, así como las de aumentar la intercomunicación y la transferencia.

INTRODUCCION

El impacto de la Ciencia en la Tecnología y las posibilidades y metas del desarrollo tecnológico en América Latina han dado lugar a sinnúmero de publicaciones. Las teorías están formuladas, pero queda por probar su practicidad. Por ello, cuando se ha trabajado en una realización singular, como los Cursos Panamericanos de Metalurgia (CPM), inspirada en dichas teorías y destinada a llenar un vacío de especialistas en un momento y en condiciones determinadas, consideramos que es importante realizar una evaluación lo más cuantitativa posible de la labor efectuada y de las perspectivas de futuros cursos.

El Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) de Argentina, organizó seis CPM (1962-1965-1967-1968-1969 y 1970) según un esquema descrito en la Primera Conferencia Interamericana de Tecnología de Materiales (1). Los datos para este estudio se obtuvieron de dos cuestionarios presentados a los egresados de los cuatro primeros cursos, de las discusiones mantenidas durante la primera reunión de ex-alumnos realizada en agosto de 1969 y de la correspondencia intercambiada por la dirección.

El análisis de dicho material nos ha permitido la presentación de los siguientes capítulos :

- I Importancia para el desarrollo de América Latina de la formación de metalurgistas con mentalidad creadora
- II Análisis de la programación y desarrollo de los CPM.
- III Mecanismos para incentivar la transferencia de conocimientos.

I. IMPORTANCIA PARA EL DESARROLLO DE AMERICA LATINA DE LA FORMACION DE METALURGISTAS CON MENTALIDAD CREADORA

El Departamento de Metalurgia de la CNEA inició en 1962 los CPM conciente de que para el desarrollo de cualquier área de la metalurgia: de transformación, nuclear, siderúrgica, del cobre o del titanio, es fundamental poseer sólidos conocimientos de metalurgia física y un continuo contacto con los más adelantados centros de desarrollo metalúrgico del mundo. Es decir, es necesario conocer los procedimientos modernos con una base científica que posibilite su comprensión, manejo y dominio; es necesaria la capacitación para preparar el desarrollo y creación propios y no el conocimiento actualizado para facilitar sólo la copia o adaptación.

En 1969, al evaluarse los resultados de los CPM se consideró pertinente preguntar qué importancia tiene para el desarrollo tecnológico de América Latina, formar ingenieros, profesores universitarios e investigadores con mentalidad creadora, considerando tanto el caso de los países que tienen facultades donde se estudia Ingeniería Metalúrgica e Industrias metalúrgicas de gran volumen, como el de los que no las poseen.

Entre las conclusiones de la reunión de egresados puede leerse: "Existen en latinoamérica países que por razones geográficas, históricas y económicas no cuentan con industrias metalúrgicas de importancia, o donde como máximo se tienen industrias de ensamblado de elementos metálicos o semiterminados. Debido a este hecho las Universidades se dedican a formar profesionales en ramas tradicionales de la enseñanza como la medicina, ciencias agrarias, derecho, etc., o sea que carecen de carreras científico tecnológicas. Para superar esta etapa e incorporar estos países al grupo de países adelantados, se requiere la formación de ingenieros, profesores universitarios e investigadores con mentalidad creadora los cuales actuarían como elementos nucleantes para la formación de industrias dedicadas, por ejemplo, a la fabricación de elementos y maquinarias agrícolas."

Y además: "Los países latinoamericanos en pleno desarrollo que cuentan con industria metalúrgica ya establecida y con educación superior en esta disciplina requieren el desarrollo de tecnología propia para lograr el progreso económico a la máxima rapidez posible..."

"El desarrollo de tecnología propia involucra la necesidad de profesionales con mentalidad creadora en los distintos niveles y campos de conocimiento, es decir profesionales con capacidad necesaria para: (1) dirigir trabajos de investigación; (2) tomar aspectos particulares de dichos trabajos bajo la dirección de profesionales más capacitados

CUADRO N° 1																		
PAIS	1er. C. P. M. N.			2do. C. P. M. N.			3er. C. P. M.			4to. C. P. M.			5to. C. P. M.			6to. C. P. M.		
	Solici- tudes	Selecc- ción	Partici- pantes	Solici- tudes	Selecc- ción	Partici- pantes	Solici- tudes	Selecc- ción	Partici- pantes	Solici- tudes	Selecc- ción	Partici- pantes	Solici- tudes	Selecc- ción	Partici- pantes	Solici- tudes	Selecc- ción	
Argentina	22	3	3	9	3	3	29	11	10	27	10	8	82	16	16	13	10	
Bolivia	2	1	1	2	2	1	2	1	-	3	1	-	4	2	1	4	1	
Brasil	10	3	2	5	3	3	4	2	1	17	3	2	4	2	-	30	4	
Colombia	10	2	-	5	3	2	17	3	1	25	3	2	13	3	4	15	3	
Costa Rica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	
Cuba	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	1	
Chile	3	2	1	-	-	-	5	1	1	7	2	2	3	2	2	5	2	
Ecuador	1	-	-	-	-	-	4	1	-	5	1	1	2	1	1	4	1	
El Salvador	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	
España	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	
EE.UU.	-	-	-	2	2	2	3	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	
Haití	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Honduras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
México	9	3	3	9	5	2	3	1	1	2	1	1	2	1	-	3	1	
Nicaragua	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Paraguay	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
Perú	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	
Rep. Dominicana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
Uruguay	-	-	-	-	-	-	3	1	-	1	1	-	2	-	-	-	-	
Venezuela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	
Totales	74	19	13	33	19	14	73	24	16	92	25	18	117	30	26	94	28	

" (3) llevar a escala industrial los conocimientos creados
" y finalmente (4) formar nuevos profesionales " (2)

Veremos a continuación la medida en la que los CPM han contribuido a esta formación.

ESTUDIOS ANTERIORES Y POSICION ACTUAL DE LOS EGRESADOS

El Cuadro N° 1 muestra las condiciones de selección y participación para los seis Cursos Panamericanos y el Cuadro N° 2 los títulos universitarios* que poseían los ingresantes, su actividad principal en enero de 1970 y los estudios posteriores realizados o en curso.

Con esta base y otros datos analizados podemos formular las siguientes observaciones:

- 1) La selección favorece la participación de todos los países americanos, aún cuando se presente un sólo candidato, si éste reúne las condiciones de ingreso.
- 2) Hay una fuerte proporción de candidatos seleccionados que luego no asiste al curso, pudiendo señalarse que la causa principal es que los organismos internacionales confirman la obtención de las becas a escasas semanas, a veces a días, de la iniciación del curso suscitándose muchos problemas personales que obligan a defecciones de último momento.
- 3) Dentro de cada país el origen de los alumnos varía entre dos casos extremos: (a) todos los alumnos son egresados de la misma Universidad (caso de Perú), o (b) los alumnos provienen de un sinnúmero de Facultades o Institutos (34 alumnos de Argentina poseen 13 orígenes diferentes; 8 de Brasil estudiaron en 7 distintas Escuelas y 6 de Chile en 5 universidades distintas).
- 4) Salvo un Ingeniero de la República de Haití con el que se ha perdido todo contacto, la dirección mantiene correspondencia con todos los alumnos.
- 5) Los asistentes al Primer CPM eran en un 50% ingenieros y en un 50% licenciados en física, química o

* Es necesario señalar que en América Latina las carreras de Ingeniería exigen estudios universitarios de 5 ó 6 años de duración, graduándose un Ingeniero alrededor de los 23 años luego de 17 años de escolaridad. Recién en los últimos dos o tres años se ha visto incorporar en las Universidades estudios de posgrado y el grado de Doctor en Ingeniería luego de realizar una Tesis. Los estudios para Licenciado en Física, Química, etc. son de menor duración (en general 4 años), por ello usaremos el término español sin traducir.

CUADRO Nº 2													
PAIS	A	B	Origen				Ocupación actual				Estudios posteriores		
			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Argentina	I			x				xc					M1
	I			x				xc				L1	
	I		x					x			K1		
	II	x			x								
	II	x			x								
	II				x			xc					M2
	III		x				x						
	III				x			-	x				M3
	III					x				x			
	III		x					xc					
	III		x					-	x				
	III		x					x					
	III	x			x			xc					
	III		x					xc					
	IV		x				x						
	IV		x			x		x					
	IV		x				x	xc					
	IV		x					xc					M4
	IV	x	x										
	IV				x			x					
	V		x					xc					
	V		x					xc					
	V		x					xc					
	V	x	x					xc					
	V		x					xc					
	V		x					xc					
T	40	6	26	3	7	4	5	25	3	1			
Bol.	I		x						x				
	II		x				x						
	V		x				x						
T	3		3				2		1				
Brasil	I		x				x	-					
	II				x			-	x				
	II		x				x						
	III		x				x						
	IV				x								
	IV		x				x						
T	8		6		2		2	3	3				

A Participantes CPM G Industrias K2 Minnessotta
 B Aplazados II Investigación K3 IPN, México
 C Ingenieros I Docencia K4 Stanford, USA
 D Lic. en Química J Otros K5 Austin, USA
 E Lic. en Física K Masters of Science K6 Berkeley, USA
 F Otros K1 Carnegie, USA L Doctorado

CUADRO Nº 2 (continuación)													
PAIS	A	B	Origen				Ocupación actual				Estudios posteriores		
			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Colombia	II		x					-	x				M4
	II		x					x	-				M5
	III		x				x						
	IV		x					-	x				M4
	IV		x							x			
	V		x						x				
	V		x						x				
T	9		9				1	1	6	1			
Chile	I		x						x		K2		
	III		x					x	-				M4
	IV		x				x	x	x				
	IV						x	x					
	V						x	x					
	V								x				
T	6		3		1	2	2	1	3				
N	IV		x							x			
	V		x						x				
T	2		2						1	1			
O	V				x			x					M6
T	1				1			1					
P	IV			x					x				M7
T	1			1				1					
EE.UU.	II			x					x		K2		
	II						x	x					
	III						x	x					M8
T	3			1			2	2		1			
Q	I		x					?	?	?	?		
T	1		1										
México	I				x			-	x			L3	
	I						x						
	II		x				x		-		K3	L3	
	II		x					x	-		K4		M8
	III	x					x						
T	7	1	3	1	3		2	2	2				
R	I				x				x		K5		
T	1				1				1				
Perú	I		x					x	-		K6		M9
	II		x										
	III		x				x		x				
T	5		5				2	1	2				
TG	87	7	58	6	15	8	18	35	23	3			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			

L1 Cambridge, Inglaterra M8 Stanford, USA
 L2 Stanford, USA M9 Berkeley, USA
 L3 IPN, México N Ecuador
 M En curso O El Salvador
 M1 Stanford, USA P España
 M2 Inst. Balseiro, Argentina Q Haití
 M3 IMAF, Argentina R Nicaragua
 M4 CNEA, Argentina T Total por país
 M5 Colorado School, USA TG Totales generales
 M6 San Carlos, Brasil - Actividades secund.
 M7 Escuela Ciencias, España xc Investig. CNEA

matemáticas. Los del Segundo y Tercer CPM 80% ingenieros y 20% licenciados (principalmente físicos). Los del Cuarto y Quinto CPM 85% Ingenieros y 15% licenciados (principalmente físicos).

Podría decirse, en base a estas cifras que los ingenieros tienen clara conciencia de la importancia de encarar el desarrollo metalúrgico partiendo de una sólida base de conocimientos de metalurgia física, mientras que los físicos no se sienten motivados para interactuar en el proceso tecnológico.

- 6) Solo el 8% de los alumnos fué reprobado (7 alumnos : 3 ingenieros y 4 físicos). Este bajo número se debe fundamentalmente a que conociendo la diferencia de conocimientos de ingreso de alumnos, se da preferencia, ayuda suplementaria y tutoría a los alumnos con deficiencias iniciales, lo que permite una rápida nivelación cuando los alumnos tienen aptitudes y voluntad.
 - 7) Sobre 80 egresados sólo 3 no se dedican (transitoriamente) a la metalurgia; uno por dedicarse a sus tareas específicas militares y dos porque sus países no tienen aún demanda de metalurgistas.
 - 8) El 43,5% (35 egresados) se dedica a la investigación como actividad principal. Como de ellos 18 argentinos son investigadores full-time en el Departamento de Metalurgia de la CNEA, creemos más significativo señalar que sobre 62 egresados que no trabajan en CNEA, 17 (27,5%) son actualmente investigadores.
- Además los 23 docentes universitarios realizan también investigación o declaran realizar esfuerzos para iniciar grupos de investigaciones en sus universidades o institutos.
- 9) El 29% (23 egresados) tiene como actividad principal la docencia universitaria. Si se considera además a los nueve catalogados como investigadores que hacen también docencia resulta que los CPM han perfeccionado 32 docentes para 11 países latinoamericanos.
 - 10) El 22,5% (18 egresados) trabaja en la industria metalúrgica. La encuesta demostró que de ellos 13 provenían ya de la industria y cinco (dos físicos y 3 ingenieros) ingresaron en el curso pensando hacer docencia o investigación y al egresar prefirieron la industria.

Por el contrario sólo dos que ingresaron con idea de trabajar posteriormente en la industria se encuentran ahora en la docencia y en la investigación tecnológica.

- 11) Otorgaron becas completas para sus profesionales una empresa industrial de Brasil, una de México y tres de Argentina e instituciones oficiales de Chile y Argentina.
- 12) Una encuesta realizada entre los alumnos de los cuatro primeros CPM mostró que sobre 43 respuestas, 29 (67%) declaran estar trabajando en la rama (industria, investigación o enseñanza) en la que pretendían ocupar-

se una vez finalizado el curso.

- 13) Especificando 5 tareas, se preguntó a 45 egresados para cuales se sentían capacitados, sobre 33 respuestas se obtiene :
 - 21 se sienten capacitados para seguir el desarrollo industrial del país;
 - 10 se sienten capacitados para seguir el desarrollo industrial de países más adelantados;
 - 24 para actuar en la enseñanza superior;
 - 20 para actuar en la investigación;
 - 7 para innovar.
- 14) Se preguntó a 45 egresados si se consideraba beneficiosa la obtención de un doctorado para el desempeño en la especialidad. Sobre 38 respuestas, sólo 5 contestaron que no: 4 que trabajan en la industria y uno que hace investigación tecnológica. Los 33 que respondieron que sí lo fundamentan diciendo que en su país, debido a la falta de jurados capacitados, en los concursos de títulos y antecedentes pesan más los títulos doctorales que la demostración de conocimientos. Por la misma razón existe un creciente pedido para que los CPM otorguen un título reconocido por las universidades y no un simple certificado.

II. ANALISIS DE LA PROGRAMACION Y DESARROLLO DE LOS CURSOS PANAMERICANOS DE METALURGIA

Las memorias de los cinco CPM realizados muestran que la programación de los mismos es renovada año tras año, cumpliéndose con la premisa original de mantener un esquema vivo y dúctil capaz de seguir la rápida evolución tecnológica actual.

Interesa destacar algunos problemas que se presentaron y la evolución seguida para solucionarlos.

II.1. LAS CONDICIONES DE SELECCION DE LOS CANDIDATOS

El Cuadro Nº 2 y los párrafos I.1.2 y 3 suministran datos sobre el origen de los participantes de los CPM y algunas condiciones que influyeron sobre la selección de los mismos.

Actualmente, contando con 80 egresados, se considera fundamental recibir el apoyo y consejo de éstos para la preselección de candidatos de cada país, por varias razones :

- 1) Conocen la idiosincracia del curso, sus ventajas y sus dificultades y podrán dar una información exacta y personal. Una de las críticas más comunes y justificadas hacia los CPM es la acumulación de cursos en un periodo de sólo 9 meses. Como las condiciones de contorno obligan a mantener esta distribución, es necesario que el candidato conozca expresamente y acepte de antemano el ritmo de trabajo a que deberá ser sometido.

- 2) Pueden ayudar a la preformación pues conocen el nivel de estudios de la universidad que cursó el candidato (bien sabemos que títulos no equivalen a conocimientos).
- 3) Saben o tienen la obligación de saber mejor que cualquier extranjero qué cuadros debe fortalecer su país en la especialidad. Una de las causas principales de la emigración de técnicos es no encontrar al regreso a su país una infraestructura adecuada que esté esperándolo, para la óptima aplicación de los conocimientos adquiridos.

II.2. LAS CONDICIONES DE PREFORMACION DE LOS CANDIDATOS

El estado actual de la enseñanza de las ciencias básicas y de la metalurgia en América Latina, según se deriva de las discusiones mantenidas con los egresados, parece exigir que, por lo menos por tres años aún, los CPM deban seguir su esquema actual, incorporándose profesionales de todos los países americanos, cualquiera sea su grado de desarrollo metalúrgico. Dada la escasa cantidad de ingenieros metalurgistas que egresan de facultades latinoamericanas, se estima que aún deben reclutarse profesionales de diferentes especialidades, aún sin formación metalúrgica previa.

Para ayudar a la preparación de los alumnos seleccionados, entre las conclusiones de la reunión de egresados se sugirió: "fijar como meta que las universidades latinoamericanas otorguen la adecuada base en metalurgia, física y química." Y algunos ingenieros dicen: "Aquellos que hemos tenido la oportunidad de efectuar estudios avanzados podemos dar fe de la necesidad de tener una fuerte preparación en matemáticas, física y química. Tal vez el CPM podría recomendar un cierto nivel mínimo en nuestras universidades y aquellos que estamos relacionados a éstas podríamos efectuar una labor de propaganda y ayudar a las modificaciones necesarias para alcanzar estos niveles mínimos." (3)

"Esta situación de falta en el conocimiento a la ciencia básica no es otra cosa que el reflejo del enfoque que hasta hace tiempo se venía dando a la enseñanza de la ingeniería. En años recientes se procuraba preparar al ingeniero más que todo en los aspectos puramente tecnológicos y de conocimiento superficial de los procesos, y no se consideraba de beneficio realmente importante el saber el porqué y el cómo de éstos." (4)

Como consecuencia, los egresados ven la necesidad de una preparación intensiva de por lo menos 6 meses de los candidatos, sugiriendo para ello la confirmación de las becas con mayor anticipación (ver I.1.2.); el envío de programas, apuntes y autoexámenes de materias básicas.

II.3. LOS CURSOS BASICOS

El 70% de los egresados respondió que la proporción entre materias fundamentales y aplicadas y su desarrollo eran adecuados. Se estima entonces satisfactoria

la pendiente que se ha seguido desde el Primero al Sexto CPM, a saber:

- a) se ha tendido a compactar las materias de nivelación en el mínimo de semanas iniciales, confiando su dictado a profesores argentinos o latinoamericanos.
- b) se ha unificado el dictado de las materias básicas relacionando metalurgia física y tecnológica correspondiente. Por ejemplo: comportamiento mecánico y trabajo de metales.
- c) se ha extendido el tiempo dedicado a estas materias, reduciendo el de especialización y usando el método de cursos optativos.

II.4. LOS TRABAJOS PRACTICOS (TP)

Entre las conclusiones de la reunión de egresados puede leerse: "De acuerdo a las finalidades de los CPM los puntos más importantes son:

- " 1) la adecuada formación de conceptos básicos de metalurgia física;
- " 2) el aprendizaje de TP y la familiarización con equipos metalúrgicos, y
- " 3) el despertar inquietud para la investigación."

Los puntos 2 y 3 directamente ligados a las tareas prácticas, se destacaron fundamentalmente porque se expresó que, en general, las universidades latinoamericanas no están dotadas para prestarle la atención necesaria.

Los TP ocupan las dos terceras partes del programa y constituyen una seria preocupación para la dirección. Por ello resulta útil el análisis de la calificación (entre 0 y 10) que los egresados de los cuatro primeros CPM les asignaron.

Los TP del Primer CPM fueron clasificados por 4 egresados y la nota mayor que se le asignó fué 4. Sobre 10 clasificaciones para el Segundo CPM hubo 4 menores de 4 (incluso un 0) y seis mayores de 7 (incluso un 10). Los TP del Tercer y Cuarto CPM merecieron, en cambio, clasificaciones uniformes entre 5 y 7.

Conociendo los detalles de la realización de todos los TP, esto nos lleva al siguiente comentario: los TP del Tercer y Cuarto CPM estaban muy preparados para lograr el mejor aprovechamiento del tiempo asignado, sin embargo fueron calificados sólo como buenos. En cambio los TP del Segundo Curso se desarrollaban en forma semejante a una investigación, obligando a la resolución de incógnitas inesperadas, exigiendo la participación activa del alumno, y muchas veces fué más importante la inquietud que se despertó y la metodología que se aprendió que los datos obtenidos; ésto fué muy importante para 6 egresados. Las notas bajísimas de 4 egresados son también lógicas, pues tal sistema tiene un porcentaje de riesgo y de fracaso

y además porque hay mentalidades muy ordenadas que no aceptan esas aparentes pérdidas de tiempo.

En resumen, deben descartarse los TP muy dirigidos y aún a riesgo de perder algún tiempo, exigirse la participación del alumno en la conducción de los trabajos. Se debe preconizar el planteo de una experiencia completa entre todos los alumnos asignando a cada grupo un estudio parcial de manera que el análisis completo de los resultados requiera la compaginación de los datos de todos. Esto exige el trabajo en equipo y la discusión e inicia en la programación de experiencias.

II.6. LOS CURSOS OPTATIVOS

Dejando sentada que la formación dada en el ciclo básico permite encarar cualquier curso especializado y teniendo en cuenta el corto tiempo que significan 9 meses de clases, los cursos optativos no pueden dar todo el conocimiento de una especialidad. Su función principal es servir de ejemplo de cómo encarar problemas metalúrgicos con las bases adquiridas.

Se mantiene la posición de que para el dictado de estos cursos los profesores usen el mismo nivel que el que desarrollan en sus universidades pues los egresados latinoamericanos deben adquirir conciencia del esfuerzo que debe realizarse para alcanzar el desarrollo científico tecnológico.

II.7. LOS PROFESORES

Para el dictado de los cinco CPM se contó con la asistencia de 50 profesores extranjeros de los cuales tres provenían de tres institutos de Alemania, tres de dos Institutos de Brasil, dos de la Universidad de Chile, diecinueve de quince Institutos de EE.UU., diez de seis Institutos de Francia y trece de siete Universidades de Inglaterra.

El mayor aprovechamiento se obtuvo cuando los conferenciantes eran profesores universitarios, recomendándose que cuando interese la presencia de un investigador destacado que no tenga experiencia docente, se organice un tipo de seminario con tutores latinoamericanos encargados de realizar sesiones de discusión con los alumnos sobre los tópicos expuestos por el investigador.

Las materias del ciclo básico son dictadas por profesores latinoamericanos y una modificación que se introdujo en los últimos años es la de invitar a especialistas extranjeros a dictar parte de esas materias fundamentales, siendo responsable el profesor latinoamericano de la compaginación integral de esa materia.

La experiencia docente adquirida por egresados de los CPM y la formación de otros profesores de metalurgia en diversas Universidades e Institutos va permitiendo la formación de cátedras interuniversitarias. Participan así en el dictado de una materia en forma parcial, conjunta y/o alternadamente profesores de CNEA y de universidades argentinas y latinoamericanas. Esto permite por un lado

una uniformidad de programación y por otro un alivio para la tarea docente anual de los investigadores.

II.8. DOCUMENTACION

El ritmo de trabajo de los CPM y las dificultades para tener ejemplares individuales de los libros de edición reciente, han hecho tradicional la aparición de apuntes de las materias dictadas. Este método tiene la ventaja de permitir una amplia difusión de este material en América Latina y de la actualización continua de su contenido, pues los tirajes son muy reducidos y las reediciones son siempre corregidas y ampliadas.

Para los cinco primeros CPM se editaron 16 apuntes en castellano, 14 en inglés y 1 en portugués y se tradujeron del francés 10 cursos.

A partir de 1970 la edición de apuntes será completada con los diapositivos correspondientes que facilitarán la tarea didáctica de quienes los utilicen posteriormente en sus cátedras.

Como tareas complementarias se realizó un corto metraje sobre "Metalografía en Calderas" * destinado a la enseñanza de un método de Metalografía no Destructiva. Actualmente se encuentra en rodaje una producción sobre Elementos Combustibles para Reactores Nucleares.

III. LOS MECANISMOS PARA INCENTIVAR LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS

El primer paso para lograr transferencia e innovación es conseguir que los jóvenes investigadores, los profesores y los ingenieros de la industria, sean conscientes de que allí reside el motor del desarrollo.

Los datos analizados en I y II permiten afirmar que los egresados de los CPM están compenetrados de esa necesidad y aceptan el reto ofrecido por la actual infraestructura latinoamericana.

Antes de considerar los mecanismos propuestos es necesario advertir que debe existir primero una toma de conciencia y un tratamiento nacional del problema y con esa base y a partir de ella recién iniciar cualquier colaboración con otros países. La primera etapa de toda la elaboración es la construcción de núcleos de desarrollo de carácter nacional y para que esos núcleos tengan raíces y vigor deben tener como origen ciudadanos de ese país.

Como toda tarea está por ser realizada, plantearemos las múltiples posibilidades sugiriendo que se inicien simultánea o sucesivamente, según las condiciones regionales, industriales y científicas del momento.

* Este film mereció mención en el V Certamen Internacional de Cine Científico. Buenos Aires 1969.

III.1. FUNCIONES DENTRO DE LA UNIVERSIDAD Y DE LOS CENTROS DE INVESTIGACION

Las Universidades latinoamericanas que otorgan título de Ingeniero Metalúrgico son : 6 Universidades argentinas, dos de Bolivia, 14 de Brasil, 4 de Colombia, 5 de Chile, 6 de México, dos de Perú y 1 de Venezuela. Es más difícil cuantificar la existencia de Centros de Investigación donde se realicen estudios metalúrgicos pues a veces los mismos se dedican a Materiales o a Ensayos o se encuentran dentro de los Departamentos de las Facultades respectivas. De todas maneras su número es muy reducido.

Existe un déficit de profesionales para favorecer el incremento de estos Institutos, por lo que los existentes están recargados de trabajo.

Creo necesario destacar que es relativamente fácil para un investigador con empuje conseguir préstamos, créditos o donaciones para equipamiento y que esto es muy peligroso pues si no se posee los recursos humanos capaces de poner en funcionamiento ese equipo se contribuye a :

- 1) formar nuevos museos de ciencia y tecnología;
- 2) crear la frustración de los jóvenes ;
- 3) fomentar una falsa imagen de una latinoamérica que no sabe aprovechar la ayuda que se le brinda.

A riesgo de repetirlo insistimos en la necesidad de ser paucos en la compra de equipos pero en la urgencia de formar metalurgistas capacitados.

En América Latina en general y para los egresados de los CPM en particular (Cuadro Nº 2) se puede afirmar que ~~excepto~~ los investigadores a tiempo completo en CNEA) los investigadores ejercen también función docente, lo que favorece la continua actualización de sus conocimientos y amplía su panorama intelectual.

La inversa no se verifica unívocamente. Gran porcentaje de los profesores universitarios latinoamericanos reducen su función docente a la transmisión de conocimientos según una cierta metodología y a la actualización simplemente bibliográfica de los mismos.

La mayor dificultad encontrada por los egresados de los CPM para realizar investigación en forma complementaria con su tarea docente es la falta de tradición en esta área, la inercia administrativa para comenzar la nueva tarea, la falta de equipo y de infraestructura y la fuerte carga docente que reduce el tiempo considerable que es necesario para toda iniciación vigorosa.

Cuando los profesores universitarios sean también investigadores, se establecerán automáticamente vías de comunicación entre universidades e institutos del país o entre países latinoamericanos, como los siguientes:

- 1) intercambio de profesores y de alumnos de posgrado
- 2) intercambio de profesores visitantes extranjeros.
- 3) organización de reuniones técnicas sobre temas de interés común como posibilidades de trabajos conjuntos.

- 4) utilización compartida de equipos de alto costo.
- 5) intercambio y producción conjunta de documentación técnica.
- 6) Cursos interdisciplinarios (ver III.3.).

III.2. RELACIONES ENTRE UNIVERSIDADES, CENTROS DE INVESTIGACION E INDUSTRIAS

Evidentemente razones socio-económicas pueden despertar en la industria la necesidad de reclamar la colaboración de Universidades y Centros de Investigación. Pero, independientemente, si los científicos quieren contribuir desde ya al desarrollo tecnológico a través de la transferencia y de la innovación, deben analizar :

- 1) Primero las causas de las actuales reservas que la industria tiene para con la investigación; siendo las dos más evidentes (a) experiencias desafortunadas debidas a la poca practicidad de los resultados de las investigaciones encomendadas y (b) la posición de suficiencia del investigador que no respeta el conocimiento técnico empírico del profesional de fábrica.
- 2) Las ventajas que pueden recibir de una interacción con la industria, como ser: (a) la naturaleza de los problemas de la industria pueden servir de motivación para la iniciación de nuevas líneas de investigación, (b) se puede obtener fondos operativos ágiles liberándose de los magros presupuestos estatales y de la lenta burocracia.

Cuando los científicos tengan conciencia de que deben iniciar la apertura hacia la industria, los mecanismos sugeribles para incentivar la transferencia, pueden ser:

- 1) La contratación en forma permanente por parte de la industria de personal que ha trabajado en los centros de investigación y viceversa.
- 2) La permanencia transitoria de profesionales de la industria en los centros de investigación para actualizar sus conocimientos y de los investigadores en la industria para compenetrarse de los procedimientos industriales.
- 3) La creación de servicios de asesoramiento a la industria
- 4) La incentivación del intercambio de documentación y la preparación de resúmenes especializados.
- 5) Cursos interdisciplinarios (ver III.3.).

III.3. CURSOS INTERDISCIPLINARIOS

Paralelamente con los CPM, o sobre algunos cursos optativos del mismo, el Departamento de Metalurgia de CNEA organiza cursos interdisciplinarios, entendiéndose por tales el estudio de tópicos generales que interesan a diferentes especialidades; por ejemplo se ha dictado: Mecánica del continuo, Transformaciones controladas por difusión, Selección de materiales, Nuevos métodos de exámenes y de análisis, Estudio de superficie y oxidación, etc.

Participaron de los mismos profesionales de la industria, profesores universitarios e investigadores de Argentina, Chile, Brasil y Uruguay.

Creemos que este esquema puede servir de base para acrecentar el número de profesionales especializados en nuevas áreas a partir de los núcleos existentes. La manera más productiva sería montar un sistema de comunicaciones entre los profesionales que se dedican a la metalurgia extractiva, de transformación, siderurgia, nuclear, materiales y biomateriales. Establecido el contacto sería fácil organizar cursos interdisciplinarios, que se desarrollarían en diferentes países con asistencia de profesionales con estudio de posgrado terminados o en curso, de diferente origen, formación y áreas de trabajo.

Se tendería así un semillero de posibilidades para interesar a los jóvenes en temas nuevos, se evitaría el aislamiento a que se ven sometidos los pioneros en una disciplina y no se perderían de vista las condiciones de contorno de América Latina.

CONCLUSIONES

La evaluación de los CPM muestra que con esfuerzo de raíces netamente latinoamericanas pueden tenerse resultados rápidos y seguros, cuando se conocen y respetan los intereses regionales y nacionales.

El análisis de la programación puede servir de guía para mostrar las ventajas e inconvenientes de organizar un sistema de estudios fuera de las reglas corrientes.

Los ochenta egresados de los CPM han demostrado su confianza en la capacidad latinoamericana para acelerar su desarrollo. El porcentaje que ha pasado a revestir en la Universidad y en los Centros de Investigación constituye un importante incremento de recursos humanos que asegura el efecto reproductor de esta tarea. Los dieciocho que trabajan en la industria al mantenerse vinculados con sus ex-compañeros tienen la posibilidad de iniciar el proceso de comunicación y transferencia.

El Programa Multinacional de Metalurgia dentro del Programa de Ciencia y Tecnología de la OEA al facilitar el desarrollo de cursos interdisciplinarios con participación de profesionales de diferentes países y de diferentes áreas de trabajo puede incentivar esta comunicación y transferencia y ayudar a desarrollar las nuevas especialidades que surgen continuamente en esta era de desarrollo tecnológico acelerado.

AGRADECIMIENTOS

Los Cursos Panamericanos de Metalurgia del Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica agradecen la colaboración del : AID, BID, CAFADE Consejo Británico, CNICT, Ford Foundation, OEA, Servicio de Cooperación Técnica de Francia y UNESCO, y las becas otorgadas por : Armada Argentina, ASTARSA, Comando en Jefe del Ejército, Ejército de Chile, Fuerza Aérea Argentina, Hojalata y Lámina de México, IMAF, Mellor Goodwin, Siam Electromecánica y USIMINAS de Brasil, quienes supieron brindar el apoyo solicitado en las direcciones y el momento pedido, respetando la entera autonomía de la realización.

REFERENCIAS

- (1) "El Curso Panamericano de Metalurgia: Una experiencia en educación de postgrado", N.H. de Libanati y Jorge A. Sabato - Tecnología de Materiales, Una Interpretación Interamericana, Ed. ASME - pág. 392-396.
- (2) Primera Reunión de Ex-Alumnos, Agosto 1969
- (3) Ing. E. Plaza Meyer
Primera Reunión de Ex-Alumnos, Agosto 1969
- (4) Ing. J. Bautista Vesga
Primera Reunión de Ex-Alumnos, Agosto 1969