

CIENCIA E INDUSTRIA  
UN CASO ARGENTINO

por

Alberto Aráoz  
Instituto Torcuato Di Tella  
Buenos Aires, Argentina

y

Carlos Martínez Vidal  
Comisión Nacional de Energía Atómica  
Buenos Aires, Argentina

Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico  
Departamento de Asuntos Científicos  
Secretaría General de la  
Organización de los Estados Americanos  
Washington, D. C., 1974

MINCYT - DNDTI  
BIBLIOTECA  
Dr. CARLOS MARTINEZ VIDAL  
COLECCIÓN: PLACTED  
UBIC: PLACTED-16  
INVENT. N°: 00000178

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Eduardo Amadeo, Mario Kamenetzky y Augusto Zapiola, por su colaboración en la preparación de este trabajo, y a Jorge Sábato por su constante inspiración y por autorizarnos a emplear material por él escrito.

Dejamos sentado nuestro especial agradecimiento a la Gerencia de Tecnología de la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina, por habernos facilitado el acceso a la información, y al personal de la misma por la ayuda recibida en la preparación del estudio de caso.

En toda reproducción total o parcial de esta publicación debe dejarse expreso reconocimiento de su título, autor y origen.

Las opiniones expresadas en esta obra no son necesariamente las de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. La responsabilidad de las mismas compete exclusivamente a sus autores.

Este trabajo ha sido realizado para el Departamento de Asuntos Científicos, Organización de los Estados Americanos, y editado por Juan Carlos Gamba, Especialista del mismo Departamento.

**INDICE**

	<u>Página</u>
Nota preliminar	1
<b>CAPITULO 1. CIENCIA E INDUSTRIA EN LOS PAISES EN DESARROLLO</b>	<b>3</b>
1. El Problema	3
2. La relación entre la ciencia y las actividades produc- tivas	5
3. Políticas para promover la demanda de ciencia na- cional	9
4. La institución científica y su conexión con la industria	13
<b>CAPITULO 2. ENFOQUE GENERAL DE LA RELACION CIENCIA-INDUS- TRIA EN ARGENTINA</b>	<b>19</b>
1. Evolución reciente de la industria argentina	19
2. Aspectos cuantitativos	21
3. Factores que inciden sobre la demanda de ciencia por parte de la industria argentina	28
4. Políticas estatales argentinas que promueven la deman- da de ciencia por parte de la industria	31
<b>CAPITULO 3. LA RELACION CIENCIA-INDUSTRIA EN ARGENTINA. EL CASO DEL LABORATORIO DE METALURGIA DE LA COMI- SION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA</b>	<b>36</b>
1. Marco institucional: la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)	36
2. El Laboratorio de Metalurgia de la CNEA. Su evolución, organización y actividades	40
3. El Servicio de Asistencia Técnica a la Industria, SATI.	63
<b>CAPITULO 4. OBSERVACIONES FINALES</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO 1</b> Etapas en el logro del poder nacional de decisión tecnoló- gica en el sector industrial	<b>91</b>
<b>ANEXO 2</b> Medidas adoptadas por diversos países para promover la demanda de ciencia nacional	<b>94</b>
<b>ANEXO 3</b> Nivel educativo en las empresas argentinas, 1960-1961	<b>99</b>
<b>ANEXO 4</b> Clasificación de los trabajos de asistencia técnica a la in- dustria para su análisis cuantitativo	<b>103</b>

## NOTA PRELIMINAR

Este trabajo intenta explorar la conexión entre la actividad científicotécnica y la industria en un país en desarrollo, la Argentina, ejemplificando la problemática de esta conexión mediante el estudio de la actividad del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI), del Laboratorio de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

El tema es importante, pues hace a la eficiente utilización de la infraestructura científicotécnica, que en el trabajo se ha denominado *ciencia*, para mayor brevedad, para cuyo crecimiento diversos países de América Latina están destinando fuertes recursos físicos y humanos. El simple aumento de la capacidad instalada en ciencia y técnica puede ser estéril si no existe un decidido esfuerzo por elevar la demanda nacional de sus servicios; esto a su vez necesita la existencia de mecanismos eficaces de acople y transferencia entre la ciencia y la sociedad, mediante los cuales lleguen a la primera los problemas críticos de la segunda, y a la vez se transmitan a la segunda los resultados obtenidos y se procure que estos reciban aplicación práctica.

Estos problemas son particularmente agudos cuando el cliente de la ciencia es la industria. Aun en los países que más han progresado en el aspecto industrial, la transferencia entre ciencia e industria sigue siendo un punto de debate y de búsqueda de múltiples soluciones.

El foco de interés en este trabajo se sitúa en las unidades no empresarias dedicadas a la investigación y desarrollo y otras actividades científicas y técnicas. Su tratamiento se inicia con una discusión general de la problemática de la relación ciencia-industria en países en desarrollo, pasando luego a considerar las condiciones de entorno en Argentina, como preludeo al estudio de caso ya mencionado. Este se realiza dentro de un enfoque histórico, que toma en cuenta la evolución de la institución en la que se ubica el SATI. Se concluye el trabajo con algunas observaciones de carácter general que establecen bases para un fructífero debate que puede transitivamente poner en evidencia nuevas necesidades de investigación sobre la relación ciencia-sociedad en los países del hemisferio.

Buenos Aires, Argentina  
Febrero 1972



## CAPITULO 1

### CIENCIA E INDUSTRIA EN LOS PAISES EN DESARROLLO

#### 1. El Problema

Cabe preguntar si en el caso de los países de menor desarrollo relativo, el factor tecnológico tiene el efecto dinamizante que se observa en las sociedades industriales avanzadas.

En estas últimas existe una estructura económica que requiere la innovación como uno de los elementos fundamentales de la competitividad. Los sectores productivos demandan un flujo de nuevos conocimientos, que son provistos en gran parte por la capacidad creativa local. Las innovaciones devienen rápidamente obsoletas, por el mismo avance de los conocimientos en los cuales se originan, lo cual impone a las mismas empresas el renovarse tecnológicamente. La transferencia *horizontal* de tecnología con otros países desarrollados es una realimentación y actualización permanente del desarrollo técnico. Por otra parte los laboratorios empresarios y las instituciones científicas brindan servicios técnicos permanentes en relación con el uso, adaptación y modificaciones de la tecnología instalada.

El sistema económico se mueve en el contexto de estímulos crediticios y fiscales, explícitos o implícitos, tales que inducen la inversión en investigación y desarrollo (I y D), y la posterior adopción de los resultados que brinda la ciencia, si son aplicables a las escalas y la relación de factores que resultan más convenientes económicamente. Esto se modifica por consideraciones que resultan de la aplicación de factores políticos y sociales.

El Estado, a través de su poder de compra en áreas civiles y militares, y por su acción directa al financiar I y D, actúa como elemento activo del proceso. El factor científicotecnológico, por lo tanto, no es un mero catalizador del proceso de crecimiento (esto es, que por su sola presencia permite el mejor aprovechamiento de los recursos productivos), sino que la aplicación de los conocimientos (innovación) tiene un efecto de *auto empuje*.

Para analizar el caso de los países de menor desarrollo relativo, en relación con las ideas anteriores, parece mejor comenzar por un análisis de las características de la oferta. Aun cuando el *espectro del subdesarrollo* es demasiado amplio para hacer generalizaciones, puede tal vez afirmarse que en estos países existe una limitada capacidad de oferta de innovaciones competitivas, tanto en bienes de capital, como intermedios y de consumo final. Por innovaciones competitivas se entienden aquellas posibilidades tecnológicas (productos o procesos) capaces de otorgar a las firmas posiciones de privilegio en el mercado, tanto nacional como internacional.

Lo anterior está estrechamente ligado al hecho fácilmente comprobable, de que el adelanto tecnológico es el elemento determinante de las posiciones competitivas en la economía mundial. Aun la posesión de ciertos recursos naturales no renovables puede no ser factor determinante de posiciones privilegiadas si se carece de la tecnología necesaria para el íntegro aprovechamiento de estos recursos, y su colocación en el mercado mundial en un grado de elaboración que permita fijar el precio final del bien en cuestión.

Una oferta de innovaciones competitivas tan limitada es una carencia estructural, originada no sólo en las características mismas del sistema científico (pocos recursos materiales y humanos, escasez y hasta carencia total de ideas en la planificación), sino también en la falta de presión que sobre el mismo ejercen los sectores productivos, tal vez por ese fenómeno tangible aunque difícil de definir llamado dependencia.<sup>1</sup> Este es otro de los numerosos círculos viciosos del subdesarrollo: el sector industrial no compra tecnología internamente, porque no existe en las condiciones necesarias para obtener posiciones competitivas, y además tampoco encuentra los estímulos necesarios para dar el primer impulso que rompa ese círculo. La falta de confianza en la ciencia nacional, o las consideraciones de costo y riesgo, cuando dicha confianza existe, inducen al empresario a comprar su tecnología en el exterior.

Se ha dicho que en una sociedad industrial avanzada el factor científicotecnológico no es un mero catalizador, sino un elemento *autoacelerador* de su participación en los procesos productivos; y consecuentemente de su oferta. Lo mismo puede decirse con respecto a la utilización de la tecnología foránea en países de menor desarrollo relativo, y sin creación tecnológica propia. El uso de tecnologías originadas en el exterior crea una cadena de dependencia que se extiende al cuadro de integración vertical de la industria. En otras palabras, y usando este esquema elaborado, puede decirse que en las condiciones que imperan en estos países es la tecnología extranjera la que puede brindar posiciones competitivas. La adopción de esta tecnología implica también una serie de servicios posteriores, adaptaciones y "trouble shooting" que crean una relación de dependencia cuasi permanente con el proveedor externo. Esta relación también se manifiesta cuando se trata de la renovación de las instalaciones productivas o de los bienes producidos. Por otra parte, no debe olvidarse que en muchos casos las actividades productivas más dinámicas son llevadas a cabo por filiales de empresas de capital extranjero. La relación entre filial y casa matriz se apoya fuertemente en la utilización de la tecnología que provee esta última: la dependencia tecnológica es con raras excepciones, casi completa.

En un marco como el descrito, en que el sector privado de la economía no es en modo alguno el elemento dinámico fundamental de la demanda y de la consecuente generación de tecnología nacional, debería esperarse que el Estado asumiese este papel, que el sector productivo deja de lado por las mismas características del sistema de mercado en el cual se mueve. Sin embargo, es común en los países de menor desarrollo que el Estado no tenga conciencia del problema, y que el factor científicotecnológico juegue consecuentemente un papel marginal en los esquemas de planificación, cuando existen. Así, el potencial científico se orienta, en el mejor de los casos, a la obtención de difusos objetivos de *prestigio nacional*, con poca o ninguna relación con las necesidades del sistema socioeconómico. Se traba-

<sup>1</sup> Véase el estudio de A. Herrera, *Ciencia y Política en América Latina*, Ed. Siglo XXI, México, 1971, especialmente los tres primeros capítulos.

ja en temas que interesan a los propios científicos, y que generalmente coinciden con los temas de moda en la ciencia mundial. La ciencia nacional se margina de los problemas nacionales: acciona bajo la influencia de pautas culturales extranjeras.

Por otro lado, cuando el Estado utiliza su poder de compra, que en muchos casos es motor de buena parte de la economía, se comporta generalmente con criterios maximizadores de corto plazo, similares a los que rigen la política del sector privado. Pocas son las disposiciones en las licitaciones oficiales que aseguran al productor nacional algún tipo de ventaja competitiva contra el proveedor extranjero de tecnología, y cuando tales disposiciones existen,<sup>2</sup> la frecuencia de las excepciones las hace prácticamente inoperantes.

Todo este contexto conspira abiertamente contra la posibilidad de hacer crecer una capacidad científicotecnológica propia en los países de menor desarrollo relativo, y hace que cobre relieve un estudio de las instituciones que en medio de las dificultades estructurales que representan han podido tener algún grado de éxito en su conexión con el sistema productivo.

## 2. La relación entre la ciencia y las actividades productivas

En las sociedades desarrolladas, que cuentan con un esfuerzo científico organizado cuyo valor es reconocido por la sociedad, esta realación puede esquematizarse como se lo hace en el lado derecho de la figura 1. A partir de los conocimientos científicos que surgen de la investigación básica, se hacen experimentos para lograr ciertos resultados aplicados y a partir de estos últimos tiene lugar el desarrollo, cuyo objetivo es poner a punto estos nuevos procedimientos o productos para su empleo práctico y luego se incorpora esta nueva tecnología al mecanismo de producción. El sistema parece funcionar más o menos bien en un país como Estados Unidos, en que la producción se apoya más y más en la ciencia, y no como en tiempos pasados, en los conocimientos mecánicos de algunos individuos muy hábiles. No obstante, algunos sectores de ese país, como el siderúrgico, todavía funcionan deficientemente por su equipamiento obsoleto luego de la segunda guerra mundial.

Las relaciones de estas diversas etapas entre sí constituyen un problema importante. La vinculación entre investigación básica y aplicada es motivo de preocupación para mucha gente, en particular en los Estados Unidos. Estudios de los laboratorios Bell dan cuenta de diversos aspectos como la importancia de que los científicos que trabajan en investigación básica estén próximos a los que lo hacen en investigación aplicada, el traspaso de un científico de un proyecto de investigación básica a otro de aplicada y viceversa y, en general, el fomento tanto del interés intrínseco de los científicos en sus tareas de investigación como su percepción de las posibilidades de aplicación práctica que tienen. El investigador no debe dudar del valor práctico de su investigación, situación tan común en los países de América Latina, que surge del ideal mal entendido de que únicamente la *ciencia por la ciencia* es digna de sus labores.

El paso de los resultados de posible aplicación derivados de la investigación a su utilización en beneficio de la sociedad, requiere la etapa del desarrollo experimen-

<sup>2</sup> Como en el caso de la ley "Compre Nacional" en Argentina (ley No 18.875 de 1971).

tal. En ésta se resuelven los problemas de factibilidad técnica y económica para su aplicación en escala operativa o industrial. Los científicos e ingenieros resuelven los problemas técnicos, estudian los insumos que se pueden emplear, fabrican y ensayan prototipos, construyen y operan plantas piloto y, en general, obtienen la información necesaria para permitir el diseño de la operación en escala industrial y determinar si la operación es factible económicamente.

Las etapas desarrolladas hasta aquí se denominan investigación y desarrollo. La siguiente es la puesta en práctica de los nuevos conocimientos adquiridos en el proceso anterior. El paso de la invención al éxito comercial plantea una serie de problemas que sólo estructuras industriales avanzadas han podido resolver de manera satisfactoria. En este sentido, los Estados Unidos aventajan en mucho a otros países, debido a la forma combinada en que se presenta el poder financiero y el de "management" de primera categoría, lo cual desarrolla la capacidad de poner en práctica rápidamente los resultados de la investigación. Los europeos, en cambio no carecen de inventiva, sino de mecanismos para acelerar el paso de la invención a la producción en gran escala. De este modo se produce el *gap* tecnológico tan dramáticamente comentado por J. Servan Schreiber en *Le Défi Américain*.<sup>3</sup>

En el lado izquierdo de la figura 1, se observa la estructura diferente que adopta el proceso en un país en desarrollo, en el cual los grupos de investigación básica en diversas disciplinas producen nuevos resultados que se orientan hacia otros grupos científicos del exterior: el subsistema de investigación básica está volcado hacia el sistema científico internacional; sus integrantes están fundamentalmente motivados por pautas de prestigio, y encuentran difícil pasar a actividades de investigación aplicada y desarrollo técnico. Por otra parte, la conexión con el exterior es notoria también en investigación aplicada, de modo que poco se aprovechan en el país los resultados de estas actividades. Tanto la conexión entre investigación básica y aplicada, como la de ésta con el desarrollo son muy tenues; es decir son vínculos no muy bien establecidos (indicados con línea de puntos en la figura). Tampoco está bien establecido otro vínculo fundamental, constituido por el paso del desarrollo a la tecnología productiva. No hay duda que el sistema productivo está mucho más conectado con los sistemas productivos foráneos que con la investigación y el desarrollo locales: Se importa tecnología, principalmente en forma directa, aunque a veces se la *adapta* a las necesidades domésticas y al medio ambiente productivo, como lo sugiere en la figura 1 la línea que viene de la derecha y pasa por el rectángulo titulado "desarrollo".

La ciencia nacional en estos países es un factor cuya importancia potencial es muy grande pero subutilizada. Las instituciones existentes reciben poca demanda por parte de las actividades productivas, y esta demanda se dirige principalmente a servicios técnicos, en su mayor parte de tipo rutinario. La industria utiliza la infraestructura científicotécnica nacional para resolver sus problemas de calidad y otros englobados en la expresión *trouble-shooting*, que comprende servicios de asistencia técnica dirigidos principalmente a mantener la eficiencia de la tecnología utilizada, más bien que a mejorarla. Pocas veces le solicita trabajos que impliquen I y D y raramente recurre a la ciencia nacional para la creación de tecnología. Tampoco lo hace, en general, en los propios laboratorios de empresas, tan esca-

<sup>3</sup> En Argentina abundan los ejemplos de ideas y prototipos exitosos que no han sido llevados a escala industrial adecuada. Pueden mencionarse el bolígrafo, la máquina cosechadora de maíz y el insecticida 666. En todos estos casos la invención se produjo en el país pero no existía o no se supo poner en juego, el potencial técnico, económico y financiero para lograr un éxito comercial.

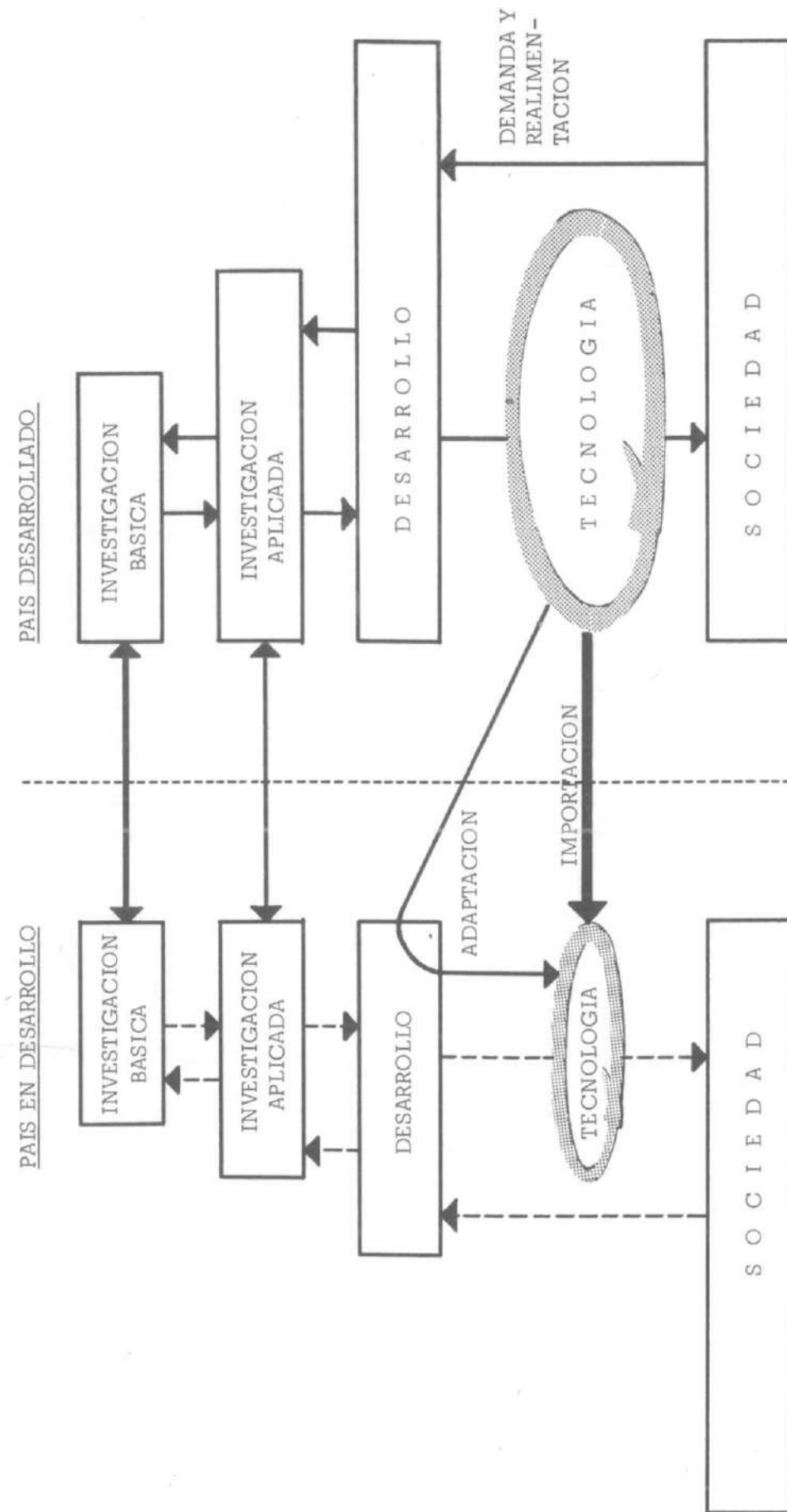


Figura 1. Relación entre las actividades científicotecnológicas y las productivas.



tos en estos países.

Para examinar en más detalle la relación entre ciencia e industria en el campo del desarrollo experimental conviene adoptar la distinción que se emplea en Bélgica, la cual establece dos tipos de desarrollo experimental: el *desarrollo innovador*, cuyo resultado final es la producción de algo nuevo en escala comercial, como el caso típico del nylon, y el *desarrollo de servicio*, que se refiere al ataque de una cantidad de problemas, que aunque pequeños, su solución puede ser útil a muchas empresas de la misma rama industrial.

En el caso del desarrollo innovador el proceso no termina en el prototipo, sino que a partir de éste continúa mucho más allá. Se deben examinar la factibilidad económica de la innovación, realizar estudios de producción y de mercado, montar la red de proveedores de componentes y partes, construir la fábrica y hacerla funcionar, y organizar la distribución al mercado. Todo esto significa una gran capacidad empresarial y financiera, que es escasa en los países de América Latina. En otros países, como Inglaterra, Japón y Francia, se toman en cuenta explícitamente estas necesidades de la industria innovadora y existen líneas de préstamo para el llamado *capital de riesgo*. Se destacan estos problemas para contrastarlos con la idea simplista de que la ayuda a la investigación y desarrollo lo es todo. Por el contrario el Estado debe continuar con su apoyo bastante más allá de esa etapa científicotécnica, hasta la etapa de producción industrial y de comercialización de los nuevos productos y procesos.<sup>4</sup> Es esta una condición necesaria para un país que aspire alcanzar autonomía, no sólo en la selección sino en el logro a largo plazo de una industria con innovación propia, que no siga dependiendo de la tecnología extranjera. Sin desarrollo innovativo en algunas áreas de la industria, no podrá disminuirse esa dependencia.

Existen en América Latina algunos casos exitosos de desarrollo innovador.<sup>5</sup> Sin embargo, las tareas de los diversos institutos en estos países son en general del tipo *desarrollo de servicio* que como se ha indicado, involucra innovaciones menores. Las nuevas tecnologías adoptadas por la industria, salvo excepciones, se siguen importando del exterior, en muchos casos a través de la relación matriz-filial. La ciencia nacional es débil y está más conectada con la ciencia mundial que con el sistema socioeconómico nacional, el cual importa los conocimientos tecnológicos que utiliza, y casi no emplea la capacidad científica instalada en el país. Se deduce de esto que no es suficiente llevar a cabo una acción que se limite a reforzar la ciencia nacional y a mejorar su calidad. Es necesario también *aumentar la demanda de ciencia nacional*, formar una clientela para ésta y reforzar el acople entre ciencia e industria, para que fluya hacia ésta una transferencia de resultados útiles. Una acción destinada a estos propósitos necesariamente ha de ser gradual, para que vaya surtiendo efecto a medida que se creen las condiciones propicias para que la industria se haga cliente de la ciencia nacional, venciendo los numerosos obstáculos que se oponen.

<sup>4</sup> Estos argumentos fueron utilizados por la oposición parlamentaria de Australia al debatirse el proyecto de ley sobre subsidios a la investigación industrial. No se lo atacó por malo sino por constituir una medida insuficiente. Véase *Hansard*, No. 10, mayo 1967, págs. 2340-2368.

<sup>5</sup> Como el del proceso "hojalata y lámina" para la reducción directa del mineral de hierro, que está siendo utilizado en escala industrial por una firma mexicana.

Los principales factores que actúan como obstáculo para el aumento de la demanda de ciencia nacional por parte de la industria, pueden agruparse así:

- a) *Factores estructurales*: la carencia de firmas de suficiente dimensión para poder encargarse de tareas serias a la ciencia nacional; la presencia de firmas de capital extranjero con dependencia tecnológica directa de sus casas matrices; la existencia en empresas nacionales de vínculos de dependencia tecnológica con el exterior, difíciles de superar; la escasez de personal preparado con el suficiente conocimiento técnico para tomar decisiones complejas en el campo de la tecnología; la existencia de una clase empresarial poco profesionalizada, con orientación financiero-comercial más que tecnológica.
- b) *Factores actitudinales*: la desconfianza en la capacidad de la ciencia nacional para tomar a su cargo tareas destinadas al sector industrial; el desconocimiento de las instituciones científicas nacionales, de sus actividades y de su potencial; el condicionamiento cultural que lleva a buscar soluciones en el extranjero.
- c) *Factores económicos*: el costo de las actividades científicotécnicas, particularmente las de creación tecnológica; el riesgo involucrado en estas últimas, pues un trabajo puede no dar el resultado deseado; los plazos de ejecución de dichas actividades. Estos factores inclinan al empresario a buscar tecnología en el extranjero, puesto que ya se halla probada y a punto, disponible a corto plazo, y pagadera en muchos casos en base a un porcentaje de las ventas futuras.

La acción para promover la demanda de ciencia nacional debe realizarse en dos planos:

- 1) en el nacional, a través de políticas que afectan el total o diversas partes del sector industrial.
- 2) en el de administración de las instituciones científicas, a través de mejoras de organización, en particular la incorporación de procedimientos que permitan su acople con la industria y su motivación hacia la investigación en temas aplicados.

Aunque ambos aspectos se hallan conectados, en las próximas secciones se los trata por separado para facilitar su análisis.

### 3. Políticas para promover la demanda de ciencia nacional

#### a. Propósitos

Una política tecnológica nacional adecuada debe propender a que las actividades productivas no dependan abrumadoramente de la tecnología extranjera. Debe tender en primer lugar a que se realice un mejor aprovechamiento de los gastos en tecnología importada, mediante la mejor selección, la compra cuidadosa y la adaptación e implantación correctas de esa tecnología. Esto depende fundamentalmente de que el país cuente con una infraestructura científicotécnica bien montada y equipada con personal del más alto nivel.

Las actividades de esta infraestructura, por otra parte, son instrumentos para aminorar la dependencia tecnológica del país mediante una acción fuerte y profunda destinada a construir una capacidad propia de decisión en materia tecnológica, crear tecnología propia, incorporarla al sistema productivo y exportarla al exterior. Hay muchas razones que abogan por el desarrollo de una actividad importante de investigación científica y tecnológica en el país, por la búsqueda de diseños propios, y por la construcción doméstica de equipos e instalaciones productivas modernas. Una política en este sentido puede no ser rentable a corto plazo, pero no hay duda que a largo plazo es necesaria para afianzar el desarrollo económico y social del país. Las razones de carácter económico pueden ser complementadas con otras de carácter general, que consideren las necesidades científicas e intelectuales del país en una etapa de pleno desarrollo. En otras palabras, es deseable y hasta imperioso adoptar a largo plazo una política científica y tecnológica que promueva la formación y consolidación de una *infraestructura intelectual* para el apoyo del desarrollo industrial.

No se trata, por supuesto, de obtener la completa independencia tecnológica, que por otra parte no existe en ningún país. El objetivo debe ser que en la futura incorporación de tecnología a la industria la decisión tecnológica esté en manos de las propias entidades nacionales: a) comprar bien los conocimientos del exterior; b) examinarlos y adaptarlos a las condiciones nacionales; c) *internacionalizar* en el país las actividades de ingeniería de proyecto, de diseño de instalaciones productivas y de diseño de productos; d) impulsar la creación de tecnologías propias, principalmente en lo que respecta al aprovechamiento de recursos naturales del país, para realizar una gradual *sustitución tecnológica* que aminore la dependencia tecnológica del exterior, disminuya los pagos en concepto de regalías, licencias y servicios técnicos, y eventualmente permita la exportación de patentes y servicios técnicos.

#### b. Factores condicionantes

Para que la industria pueda aprovechar a la ciencia nacional debe existir una receptividad en las empresas y un grupo de gente capaz de formular sus problemas, pedirle soluciones y aplicarlas en la práctica (que es quizá uno de los aspectos más difíciles y complejos de la transferencia). La existencia de grupos de esta naturaleza es un factor que condiciona la posibilidad de lograr un acople entre la ciencia y la industria. En la medida en que diversas empresas van fortaleciendo sus grupos técnicos, y que esos grupos técnicos piensan en soluciones propias a los problemas diarios y desarrollan nuevas ideas que luego ponen en ejecución, se va extendiendo el área dentro de la cual se ejerce una decisión tecnológica propia y aparecen condiciones favorables para que la industria se convierta en cliente de la ciencia nacional.

El proceso mediante el cual se va extendiendo el área de decisión tecnológica es necesariamente gradual y entraña una serie de etapas que se describen en el Anexo 1. A medida que aumenta la experiencia nacional y va habiendo disponibilidad local de técnicos, ingenieros, científicos y empresarios bien calificados, y que éstos son empleados por el Gobierno y las empresas, sea directamente o a través de grupos asesores nacionales, la decisión tecnológica comienza a ser ejercida por nacionales; primero en el área de producción, luego en el de la puesta en marcha de nuevas instalaciones, y a continuación en la selección de tecnologías y el diseño de planta. Esto no significa que no se utilicen asesores técnicos o empresas de ingeniería del extranjero, sino que sus recomendaciones

serán tratadas como tales, guardando la decisión en manos nacionales. Este proceso es seguido por las empresas locales y por las firmas extranjeras; es un proceso de aprendizaje cuyo resultado final es la independencia de la empresa en cuanto a decisiones tecnológicas. Para realizarlo se requiere reforzar los cuadros técnicos, particularmente en las secciones de ingeniería de proyecto, de proceso y de diseño, con lo cual se sientan las bases para una actividad genuina de investigación y desarrollo. La empresa llega a estar en mejores condiciones para comprar ventajosamente su nueva tecnología, para realizar las adaptaciones necesarias a las condiciones locales, o para generarla en su seno.

Este es un proceso que a todas luces hay que reforzar, cambiando actitudes empresarias, tanto de firmas nacionales como de filiales de empresas extranjeras reforzando cuadros científicos y técnicos y ejecutando programas para el perfeccionamiento y puesta al día de sus integrantes, cuestionando las especificaciones de las tecnologías importadas, y buscando continuamente nuevas oportunidades tecnológicas. Se abren así numerosas posibilidades en diversas áreas de la política estatal: educación, control de la importación de tecnología, reemplazo por nacionales del personal extranjero, etc.

#### c. Medidas

La experiencia recogida en diversos países muestra que hay varias medidas de política estatal que pueden influir sobre la demanda de ciencia por parte de la industria.<sup>6</sup>

1) *Medidas generales de difusión de la actividad científicotécnica.* La difusión puede resolverse en un plano general, con medidas tendientes a incorporar en la sociedad un conjunto de valores que se relacionan con la importancia central de la ciencia y la tecnología para su futuro bienestar. Puede ser útil realizar una intensa campaña de difusión para convencer a todos los sectores, gobierno, industria, prensa, sindicatos, estudiantes, que la ciencia no es una diversión etérea de algunos, ni una mera actividad cultural, sino que es, como recientemente se ha expresado, *una poderosa herramienta para la transformación de nuestra sociedad.*<sup>7</sup> Debe acompañarse esta acción con el suministro de información sobre las capacidades existentes en la ciencia nacional y sobre los éxitos ya logrados por la misma. En esta tarea debe asignarse un papel importante tanto a los propios científicos, individualmente y a través de sus asociaciones profesionales, como a las instituciones científicas, que han de procurar *vender* su imagen al público en general y a los sectores productivos en particular. Ello significa una modificación de las usuales actitudes pasivas de hombres e instituciones de la ciencia nacional.

2) *Medidas del Estado como empresa.* Se señalan dos tipos de medidas que resultan esenciales:

a. El fortalecimiento de los cuadros científicos y técnicos en las empresas estatales. En muchos países estos son de reducido tamaño y están mal re-

<sup>6</sup> Sin entrar aquí a analizar las políticas que incidirán sobre la oferta de ciencia nacional.

<sup>7</sup> Sábato, J. y N. Botana, "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina". *Revista de la Integración*, INTAL, Buenos Aires, feb. de 1969.



munerados y poco motivados. Lo ideal es que esta acción del Estado llegue hasta la instalación de laboratorios de investigación científica y tecnológica, dado que es perfectamente factible en muchas empresas estatales de gran dimensión que pueden asignar sumas importantes para la actividad científica y tecnológica propia o externa, sin afectar mayormente su presupuesto total. Tal asignación de fondos se justifica ampliamente por el tipo de problemas que deben resolver, muchas veces relacionados con la explotación y elaboración de recursos naturales de características particulares, así como por la lógica necesidad de una empresa estatal, de poseer su propia capacidad de decisión en el área de la tecnología.

b. El otorgamiento de contratos de investigación y desarrollo, mediante los cuales el Estado apoya la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la puesta a punto de prototipos que le interesan. En cierta manera esto ya se ha hecho en algunos países de América Latina; por ejemplo, al financiarse el desarrollo de aeronaves en instituciones de investigación del propio Estado; pero se trata aquí de extender esta práctica a la investigación y desarrollo cumplida en empresas privadas por cuenta y orden del Estado.

3) *Medidas del Estado a través de su poder de compra.* Esta acción debe concentrarse en ciertas áreas estratégicas en las que el Estado es el principal cliente, como energía, transporte, seguridad, etc., que involucran varios sectores industriales: la industria electromecánica de bienes de capital, la industria de equipos y materiales para la defensa nacional, la industria naval, la industria de material ferroviario, etc. En general estas industrias abastecedoras no tienen ningún programa de compras a la vista y no pueden hacer ninguna clase de planeamiento para su desarrollo tecnológico en función de las compras que el Estado puede realizar en el futuro. Cuando surge una licitación no puede improvisarse con rapidez; la industria nacional se ve limitada a proveer elementos de tecnología relativamente sencilla y deja de lado aquella que le podría permitir realizar un salto tecnológico, dado que no puede ser hecha en el país y termina por ser comprada en el exterior. La existencia de una política estatal de compras a cinco o diez años daría a la industria nacional un marco de referencia que le permitiría realizar o encargar investigaciones tecnológicas y cumplir una evolución que eventualmente la acercaría en calidad y precios a las firmas extranjeras. Este tipo de acción no requiere en principio una asignación de fondos estatales, sino sólo una cuidadosa planificación, acompañada de un trabajo de concierto con la industria nacional, para establecer qué bienes se han de proveer y en qué momentos.

4) *Medidas de acción indirecta del Estado.* El Estado puede tomar a su cargo parte de los costos que les representa a las empresas su utilización de la ciencia nacional. También puede participar en el riesgo involucrado en llevar al plano comercial los desarrollos tecnológicos generados en el país. Para ello pueden emplearse los siguientes mecanismos:

- a. Precios promocionales en las actividades científicas y técnicas llevadas a cabo para la industria en instituciones científicas estatales.
- b. Desgravación impositiva de gastos empresarios en investigación y desarrollo. Los beneficios de este tipo varían en intensidad según los países, siendo muy importantes en Inglaterra y Canadá, que están empeñados en aumentar sus exportaciones. Otros países permiten realizar depreciación acelerada al principio de la vida útil de activos fijos destinados a I y D

(20 por ciento en algunos casos, 33 en Australia, 50 en Francia, 60 en Inglaterra). En Italia, Holanda, Sudáfrica e Inglaterra se autoriza una depreciación adicional (que va más allá del 100 por ciento del costo) de un 10 a un 30 por ciento. Así, en Inglaterra los edificios y equipos pueden depreciarse en un 130 por ciento. En la mayoría de estos países la compra de equipos para investigación científica está exenta de impuestos internos a la venta y también de aranceles de importación.<sup>8</sup> En los Estados Unidos, las firmas privadas gozan de ciertos beneficios impositivos para sus gastos en I y D; por ejemplo, la posibilidad de amortizar todo el monto en un solo año como "gastos corrientes" o de amortizarlo a lo largo de un período de varios años después que el proyecto de investigación haya dado sus frutos.<sup>9</sup>

- c. Subsidios a los gastos en investigación y desarrollo, sean de tipo general, a los que pueden optar todas las empresas, o de tipo específico, para apoyar la creación tecnológica en determinadas áreas de interés nacional.
- d. Créditos para la creación tecnológica, principalmente en las etapas de prototipo o de planta piloto, y para la utilización comercial de los resultados. Esto último va muchas veces combinado con un subsidio si la producción comercial no es exitosa al cabo de un tiempo, o sea, el Estado facilita a la firma *capital de riesgo* que sólo recupera en caso de éxito comercial.

En el Anexo 2 se mencionan ejemplos de medidas adoptadas por diversos países para promover la demanda de ciencia nacional.

#### 4. La institución científica y su conexión con la industria

Una política estatal favorable al aumento de la demanda de ciencia, debe ser complementada por un papel activo por parte de las instituciones de la infraestructura científicotécnica, que no debe limitarse a esperar la llegada de los usuarios, sino salir a buscarlos activamente y preparar sus estructuras para poder tratar con ellos eficientemente.

Este es un tema que cae dentro del área de la administración científica. La administración científica es una de las carencias importantes de los países en desarrollo. No se cuenta en general con personal preparado para abordar la diversidad de problemas que se presentan en los distintos marcos de la actividad científico-tecnológica, sea que se realice en la universidad, en un instituto parauniversitario, en uno de investigación tecnológica, en una empresa industrial, en un ente de servicios, etc. Uno de los problemas más importantes reside en la selección de líneas de investigación que, por un lado, deben tener carácter formativo y profundizar los conocimientos científicos necesarios para la formación de nuevos cuadros, y por el otro abordar las problemáticas de aplicación y tecnología que el país necesita. Esta delicada relación de compromiso varía fundamentalmente en función de los obje-

<sup>8</sup> Coombes, L. P. "Research and Development in Australia: Review of Tax and Other Measures Affecting Research in Various Countries", *Journal of the Institution of Engineers*. Australia, enero 1966.

<sup>9</sup> *OECD Observer*, febrero 1968, pág. 34. Recuérdese que en los Estados Unidos son comunes los contratos de I y D entre el Estado y las empresas. Estas últimas retienen las patentes que puedan resultar de la investigación efectuada para el Estado y financiada por éste.

tivos específicos del instituto u organismo. Otro problema es la característica interdisciplinaria que debe tener la administración científica, ya sea para la evaluación y control de las líneas de trabajo propuestas, como para la selección y formación del personal profesional y sus servicios tecnicocientíficos de apoyo, la determinación de los costos de investigación, la evaluación de la productividad de la misma, etc.

Conviene estudiar este tema a través de la consideración detallada de casos específicos, usando la llamada técnica de *estudio de casos*. Debe señalarse aquí la inexistencia de "recetas" exitosas en administración científica. El objetivo del estudio de casos es solamente detectar elementos o "ingredientes", que puedan tener valor como generalización. En un párrafo anterior se mencionaron escuetamente los distintos tipos de marcos institucionales en que se efectúa la actividad científicotécnica. En este contexto deben distinguirse las diferencias que introducen el *origen* de la institución y el *objetivo* de la misma. Si bien existen instituciones que sólo proporcionan servicios y no ejecutan casi investigación y desarrollo, no son las de mayor interés para este análisis, puesto que su aporte a la industria es limitado y puede ser sustituido gradualmente, ya sea que las empresas se van dotando de equipo y personal para realizar por sí mismas dichos servicios, o van apareciendo firmas comerciales que los prestan. Por otra parte, es conveniente y probablemente necesario que una institución que se dedica a prestar servicios técnicos a la industria cumpla también actividades de investigación y desarrollo experimental, a fin de evitar un estancamiento en su nivel de calidad, proveer estímulos intelectuales a su personal y estar al día con nuevas técnicas de utilidad para la industria.

Para que el estudio de caso resulte fructífero debe elegirse un centro que sea representativo; conviene que tenga cierta envergadura, para que su funcionamiento abarque una amplia gama de actividades científicas y técnicas. Teniendo en cuenta esta conveniencia se ha adoptado para su estudio en el presente trabajo una institución, el Laboratorio de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica Argentina, que tiene actividades de investigación aplicada y desarrollo técnico, presta diversos servicios técnicos y mantiene relaciones e interacciones con otras instituciones que efectúan tareas similares y de investigación básica.

El origen de una institución de esta naturaleza puede ser diverso. Por una parte puede tratarse de una institución que ha sido creada para apoyar el desarrollo de una o más ramas industriales, y en la cual desde el principio se han definido claramente los propósitos y los objetivos, como también las áreas de trabajo, los servicios a rendir y el tipo de investigaciones a realizar. En el otro extremo del espectro, la institución puede haber nacido con los objetivos generales de realizar investigación científica y tecnológica en una determinada temática. Cualquiera sea el origen, siempre existe el peligro de que la institución se mantenga en el plano estrictamente científico y que no busque el contacto con la sociedad, que le permita lograr su acople con ésta y proveerle los diversos servicios que puede y debe brindarle. En los países en desarrollo, dadas sus características estructurales, este peligro es muy fuerte. Así lo ha demostrado la experiencia de algunas instituciones de investigación que, puede decirse, reinventan sus temas de investigación, al margen de la sociedad en la que se desenvuelven, ya sea por el interés particular de los investigadores, más proclives a dedicarse a temas de actualidad en el mundo científico internacional y lograr engrosar sus curriculum con "papers con referree", ya sea por la pobre selección de los temas elegidos por la institución, al no estar guiada por una demanda explícita de la sociedad. Se aprecia en toda su importancia la necesidad de que la institución y sus científicos realicen un decidido esfuerzo por integrar sus servicios a la sociedad.

Los trabajos que presenta la literatura sobre este tema toman generalmente dos puntos de vista. Por una parte pueden ser normativos, en cuanto expresan cuáles serían las medidas a adoptar para llegar a una situación tal, en que la industria sea usuaria de la ciencia. Por otra parte, pueden realizar una descripción momentánea de la situación entre una o más instituciones científicas y una o más empresas. En el trabajo presente se considera que el tema debe enfocarse y tratarse como una función geográfica y de tiempo, con sus condiciones de contorno y sus vínculos. Para ello, se ha adoptado un enfoque histórico que describe la evolución de la institución estudiada y la forma en que se ha desarrollado su relación con la industria.

Teorizando con respecto a esa evolución histórica, puede decirse que una institución que desea ser útil al sistema productivo de un país en el que dicho sistema no está acostumbrado a plantear demandas a la ciencia, necesariamente debe cumplir un papel activo para crear esas demandas. Existe un *proceso dinámico evolutivo* en la vida de una institución científica que desea llevar a cabo ese objetivo. En primer lugar se trata de formar y perfeccionar el plantel de recursos humanos, a través de la capacitación en el país y en el exterior, y luego la ejecución de investigación básica y aplicada, mediante las cuales los científicos van adquiriendo experiencia y un acervo de conocimientos sumamente útiles para futuras tareas. Esta *etapa de formación intelectual* de la institución muchas veces no es superada y se continúa, como se ha dicho más arriba, produciendo resultados básicos y aplicados que no son directamente relevantes a los problemas de la sociedad y de la industria. A medida que pasa el tiempo, si existe una administración interesada en servir a la industria y se crea entre los científicos la motivación correcta para que se despierte un *ideal de servicio* sin desmedro del nivel académico e intelectual, se van estableciendo contactos con el sector industrial correspondiente y haciendo conocer las actividades que se realizan y el calibre de la gente que las lleva a cabo. Sin embargo, esto no es suficiente para que la industria confíe sus problemas a la institución. La industria en estos países no tiene generalmente tradición de hacerlo; no es raro que se estanque en su proceso de desarrollo tecnológico entre adquisición y adquisición de tecnología externa. No obstante, la institución científica puede comenzar a proporcionar servicios a aquellas industrias que van creciendo en extensión y complejidad. El proceso se comenzaría con información, consejos, ensayos rutinarios; actividades más bien pasivas que no significan ante el empresario una intromisión de los científicos en su operación diaria. A medida que crezca la confianza mutua, y que la industria vaya adquiriendo un conocimiento más profundo de los científicos y de los servicios que estos pueden brindar, es lógico esperar que se llegue a la demanda de servicios no rutinarios, de asistencia técnica a la producción, de tareas relacionadas con el control de calidad, y otros de este tipo. No debe olvidarse que en un país que no ha llegado a la madurez industrial los servicios no-creativos son de gran importancia, puesto que las empresas muchas veces carecen de los elementos materiales y de los recursos humanos necesarios para llevarlos a cabo por sí mismas. Abundan en América Latina los institutos de tecnología industrial que prestan un utilísimo servicio a la industria con ensayos de rutina, por ejemplo. Por otra parte, la empresa que se acostumbra a solicitar servicios de esta naturaleza al sistema científico puede poco a poco progresar hacia el requerimiento de servicios más complejos, llegando a aquellos que implican la creatividad de la investigación y desarrollo experimental. Al afianzarse el acople incipiente puede esperarse que se demanden consejos sobre selección de tecnologías, sobre mejoras menores de productos y procesos, y sobre problemas que surgen en la adaptación de tecnología extranjera al tratar de instalarla en el país. En esta etapa ya comienza a existir algo de investigación tecnológica, y siguiendo el proceso, estos servicios innovadores pueden ir cobrando amplitud y complejidad. Se está



así en condiciones de poder recibir demandas de investigación tecnológica conducentes a nuevas tecnologías, inclusive ensayos en planta piloto, construcción y ensayos de prototipos, etc. De estas tareas pueden surgir otras demandas para el apoyo de la institución científica en el diseño de nuevos productos y de nuevas instalaciones productivas. Finalmente, puede llegarse a la demanda de investigación científica aplicada, como base para el futuro desarrollo de nuevas tecnologías.

Esta evolución ideal que se ha esquematizado implica un *doble proceso de aprendizaje*. Por una parte, la institución científica debe aprender a hablar el lenguaje técnico y empírico de la industria, ganar su confianza, compenetrarse de sus problemas, ubicar aquellos que pueden requerir una solución que la institución puede brindar, controlar los resultados de sus tareas y en general llevar a buen puerto cada una de las sucesivas tareas que encare. Por la otra los usuarios potenciales de la industria también sufren un proceso de aprendizaje al elevarse su nivel tecnológico y su comprensión de los servicios que pueden recibir de la institución científica y llegan a entender su lenguaje científicotécnico. El proceso se va apoyando en un desarrollo interno en la empresa, en cuanto a la toma del poder de decisión tecnológica que se describe en el Anexo 1. El estado puede llevar a cabo una política de estímulo a la industria para que aproveche esos servicios, a través de medidas específicas como las que se mencionaron en la sección 3.

Se plantea un interrogante relacionado con la estructura de la rama industrial a la cual puede servir el instituto científico. Si en esta rama existen empresas de tamaño mediano o grande, puede darse el caso de que el proceso anterior sea seguido individualmente por diversas empresas con independencia de lo que se realiza en la rama industrial en general. Ello surge de un deseo natural de proteger el secreto industrial. El usuario que ha obtenido resultados satisfactorios no desea que sus competidores aprovechen esta fuente de aumento de productividad. En estos casos la acción de la institución puede no desarrollarse en toda la rama industrial, sino más bien en las empresas individuales. La situación puede ser diferente si la rama industrial contiene empresas de menor tamaño, que quizás se hayan puesto de acuerdo para crear el instituto de investigación en cuestión, y con las cuales el instituto puede manejarse en bloque.

El proceso evolutivo puede recibir un fuerte impulso de la propia institución científica, en cuanto ésta realice esfuerzos para crear una imagen, inspirar confianza, hacer conocer entre los usuarios potenciales los servicios que puede brindar, y llevar a cabo una verdadera venta de esos servicios. Para ello puede ser conveniente instalar una unidad específica destinada a la transferencia, dotada de gente especializada que conozca tanto el mundo de los científicos como el de los industriales. Este personal "bisagra" debe tener como misión mantener y extender el acople con la industria, conocer a ésta íntimamente, recoger sus inquietudes, diagnosticar sus problemas y mantener un diálogo permanente y fecundo con ella. La organización de la unidad de transferencia, y las pautas de su actuación, variarán según el lugar y la rama industrial a la cual se ha de servir. Los estudios de casos pueden dar indicaciones interesantes sobre todos estos aspectos del proceso de desarrollo.

Respecto a los integrantes de la unidad, que podemos denominar *transferencistas*, caben formular apreciaciones generales sobre su formación, su trayectoria profesional y su personalidad, así como sobre la conveniencia de contar con la cooperación de diversas disciplinas para poder efectuar una tarea de transferencia en el sentido más amplio. Transcribimos para ello un texto de M. Kamenetzky:

*El acople entre los sistemas creativo y productivo a través de mecanismos organizados y concientes es quizás uno de los síntomas que con mayor nitidez marca el fin de una mentalidad pretecnológica, para la cual la creación encierra elementos románticos y poco tiene que ver con el mundo de la industria y los negocios. La transferencia de conocimientos y de tecnologías desde el sistema creativo y técnico al socio-económico entraña una acción biunívoca: debe detectar las demandas y necesidades de la sociedad y de la economía para orientar la actividad científica y técnica, en función de ellas y debe volcar luego los resultados de las investigaciones científicas y de los desarrollos experimentales sobre los sectores que originaron la demanda, de manera que sean incorporados a sus respectivas estructuras productivas de bienes o servicios.*

*La transferencia no participa de la acción creativa en sí pero debe conocer sus mecanismos y su organización al mismo tiempo que los de la producción y la economía. La naturaleza de la transferencia exige que quien se encarga de ella, el transferencista, posea un tipo de formación y condiciones personales tales que le permitan actuar con comodidad en ambos sistemas. Los grupos de transferencia destinados al acople de la ciencia y la tecnología con el sistema productivo deben apoyarse en ingenieros formados más en el sentido de hombres de ingenio que de hombres de máquinas. Conviene que esos ingenieros, además de tener una especialización de primer grado en un campo tecnológico particular (Ingeniería Química, Mecánica, Electrónica, Agronómica, etc.), posean una especialización de segundo grado como ingenieros de desarrollo en ese mismo campo.*

*La formación previa ideal para un ingeniero que quiera trabajar en transferencia sería aquella que le permita reunir experiencias como ingeniero de desarrollo en el sector productivo, como investigador en el sistema científicotécnico y como administrador en ambos. Además, esa formación debe ir aparejada con una personalidad capaz de integrar su especialización en el complejo universo cultural que lo rodea. Esa formación y esa personalidad permitirían tratar con idéntica soltura a empresarios y técnicos de la producción y a científicos y tecnólogos creadores.*

*En cambio, una especialización mayor, de tercer grado, serviría únicamente como fuente de información en la tarea del transferencista. Los expertos que llegan a esa etapa de especialización pueden suministrar con rapidez y precisión los detalles que el transferencista debe integrar en una visión totalizadora del problema; pero difícilmente pueden ellos mismos ser transferencistas, pues una especialización tan profunda suele ir aparejada con una limitación del panorama científicotécnico y cultural.*

*Cuando decimos que los ingenieros deben constituir la base de los equipos de transferencia no nos referimos tanto a un tipo de carrera universitaria o de diploma profesional habilitante sino más bien a un tipo de formación y de vocación capaz de llegar a la creación tecnológica apoyándose sobre una fuerte base de conocimientos físico-químico-matemáticos. Esto permite incluir entre los candidatos aptos para la función de transferencistas a aquellos científicos, físicos, químicos, matemáticos, biólogos, que por vocación y experiencia en la creación tecnológica constituyen a veces prototipos excelentes del hombre de ingenio.*

*Pero una tarea tan compleja como la transferencia, donde entran a jugar sinnúmero de variables, exige que ingenieros y científicos con mentalidad de ingenieros sean secundados por profesionales preparados para el manejo particular de algunas de esas variables, como las económicas, las sicosociales o las antropológicas. Como ha escrito P. Auger, "conviene hacer notar que esta categoría de trabajos, la de las realizaciones, es sensible*



a los factores económicos, cuya variación puede hacer caducos resultados obtenidos tras grandes esfuerzos. Incluso factores sociales y psicológicos muy sutiles pueden influir profundamente en el valor de un determinado procedimiento, aparato o material. La cooperación de las ciencias sociales, económicas y políticas, ya útil en la fase de la investigación aplicada, resulta aquí por tanto necesaria para una buena ordenación de los trabajos."<sup>10</sup>

La OCDE sostiene incluso que la innovación tecnológica debe realizarse adaptando los procedimientos de trabajo a las necesidades psicológicas de los individuos, en lugar de, como se lo hacía en el pasado, procurando adaptar el hombre a estilos de trabajo definidos por la tecnología siguiendo los imperativos de la eficiencia económica.<sup>11</sup>

De ahí la necesidad cada vez más aguda de la cooperación de esas ciencias en la tarea de transferencia que es el puente de dos direcciones, tendido entre el mundo de la creación y la sociedad. Por eso creemos que ningún grupo de transferencia puede prescindir de la colaboración de psicólogos, sociólogos, economistas, antropólogos y ecólogos.

<sup>10</sup> Auger, P., *Tendencias actuales de la investigación científica*, UNESCO, París, 1961, pág. 18.

<sup>11</sup> OCDE, *Science, croissance et société*, París, 1971, pág. 96.

## CAPITULO 2

### ENFOQUE GENERAL DE LA RELACION CIENCIA-INDUSTRIA EN ARGENTINA

#### 1. Evolución reciente de la industria argentina.\*

La industria argentina, cuya producción hoy representa casi el 40% del PBI, ha experimentado un gran avance tecnológico en años recientes, habiéndose instalado muchas plantas modernas, especialmente en las ramas química, petroquímica, metales y vehículos. También ha existido alguna modernización en empresas medianas y pequeñas, particularmente en aquellas que proveen a la industria de vehículos y en ciertas ramas del tipo tradicional, como la textil. Esta evolución ha dependido casi completamente de la importación de tecnologías y equipos extranjeros, y continuará siendo sin duda una de las principales fuerzas impulsoras del futuro.

En el desarrollo industrial argentino reciente pueden señalarse dos etapas, entre las cuales el elemento diferenciante es el factor tecnológico.

La primera época llega hasta 1955, y se caracteriza porque el elemento motor del crecimiento industrial fue la masiva incorporación de factores productivos, en especial del factor trabajo. Esto se debió ante todo a la ampliación de la frontera de posibilidades productivas, por una política de sustitución de importaciones que brindaba una demanda creciente, así como por una política explícita de protección al factor trabajo, que disminuye las posibilidades de sustituirlo por capital. La mayor producción se tradujo en un crecimiento paralelo en el uso de los dos factores.

El cambio operado en el tipo de política adoptada a partir de 1954/55 alentó el ingreso de capital extranjero, no sólo en los sectores productores de bienes de consumo final, sino también, y en mayor medida, en los de bienes intermedios y de capital. Este ingreso vino acompañado de tecnologías avanzadas, intensivas en el uso del factor capital, al tiempo que la misma política oficial disminuía la importancia de las barreras institucionales que limitaban la posibilidad de sustitución. Esta nueva política se reflejó en un mayor crecimiento de las tasas de producción en relación a las de ocupación industrial, disminuyendo la absorción de los nuevos contingentes de mano de obra, los que se volcaron hacia el sector de servicios, produciéndose una situación similar a la de otros países en vías de desarrollo, aunque menos aguda, de subocupación y aún de desocupación urbana, fenómenos que en la actualidad asumen características estructurales.

\* Esta sección se apoya en un trabajo preparado por Augusto Zapiola, *La industria argentina: evolución, estructura, progreso tecnológico*, demasiado extenso para ser reproducido aquí.

El esquema proteccionista implantado como consecuencia de la política de sustitución de importaciones, y la posterior posesión de ventajas tecnológicas por ciertas empresas, en su mayoría extranjeras, en las ramas más dinámicas de la actividad manufacturera, son los principales factores explicativos del proceso de concentración que se observa en la industria argentina. El mejoramiento del nivel tecnológico de las firmas terminales impuso a su vez mayores requerimientos de calidad a los proveedores, y esto les obligó a adoptar tecnologías modernas, recurriendo a la importada (compra de licencias, patentes y "know-how").

Nos encontramos así con una estructura industrial aún altamente protegida, en la que las ramas más dinámicas están predominantemente en manos extranjeras, con tecnologías capital intensivas, y que de algún modo imponen requerimientos similares a sus proveedores. Las empresas oligopolistas, en este contexto, se mueven en mercados de precios administrados, en los que las posibilidades de mantener posiciones relativas en el mercado se deben a la disponibilidad de tecnologías generadas externamente. Esta estructura industrial, apoyada en tecnologías extranjeras, donde los sectores más dinámicos están ocupados por empresas oligopolistas de capital foráneo, no ofrece, sin duda, el campo más propicio para una fuerte demanda del sector industrial dirigida hacia la ciencia y la tecnología nacional.

Dado que la tecnología original es de origen extranjero, y que las empresas son concientes de que las posiciones de mercado se mantienen sólo gracias a tecnologías *de punta*, la baja demanda de tecnología nacional parece una consecuencia lógica. La industria argentina ha recurrido poco a la ciencia nacional, y sus propias estructuras técnicas se han dedicado sólo ocasionalmente a la creación tecnológica. Las firmas de tecnología avanzada, aun las estatales, recurren a proveedores extranjeros de tecnología para la introducción de nuevos procesos y productos, y no rara vez para la solución de problemas de adaptación, de calidad, etc. No sólo se compran "know-how" y patentes sino que frecuentemente se compra toda la ingeniería de un nuevo proyecto, junto con la maquinaria y los servicios técnicos necesarios para instalar la planta y ponerla en funcionamiento.<sup>12</sup>

La importación de tecnología es un rubro importante en la balanza de pagos argentina, y los montos han crecido notablemente en años recientes, según datos del Banco Central. Los pagos en concepto de regalías eran de 26 millones de dólares en 1965 y de 68 millones en 1969. Por otra parte, las utilidades y dividendos remitidos al exterior también han aumentado de 56 millones en 1965 a 110 millones de dólares en 1969.<sup>13</sup> Aunque no pueden asignarse las primeras cifras exclusivamente a pagos por compra de tecnología, ni las segundas a remesas de empresas industriales de capital extranjero, es indudable que estos rubros son de considerable importancia en la balanza de pagos y surge claramente la fuerte dependencia del sector industrial argentino. Se justifican por lo tanto esfuerzos para disminuir su incidencia, y para asegurar la correcta utilización del gasto dirigido a la compra de tecnología extranjera.

<sup>12</sup> En la industria petroquímica se estimaba que un 21% de los costos de inversión se habían aplicado a "servicios técnicos importados". Otro 8,8% había sido pagado en concepto de "servicios técnicos nacionales", probablemente tareas de ingeniería civil y afines. Véase S. Bocchieri, "Algunos aspectos económicos de la industria petroquímica nacional", *Industria y Química*, 1967, Vol. 25, N° 2, cuadro 7.

<sup>13</sup> Banco Central, *Boletín Estadístico No. 6*, Memoria Anual, 1969. A las cifras anotadas deben agregarse los pagos en concepto de servicios técnicos, 9 millones de dólares en 1965 y 15 millones en 1967 (no se mencionan datos para años posteriores).

Es evidente que no se puede evitar importar tecnologías que le permitan a la industria ir adentrándose en áreas cada vez más complejas, adonde muchas veces no ha habido oportunidad ni tiempo de desarrollar conocimiento en el país. Por otra parte no existe país totalmente autónomo en materia de conocimientos técnicos aplicados a la producción. Pero se ha criticado frecuentemente la forma en que la industria argentina ha llevado a cabo esta incorporación de tecnología, señalándose que la selección de tecnología no se realiza siempre con el cuidado necesario (instalaciones sobredimensionadas, procesos no adaptados a las condiciones locales; compra de tecnologías obsoletas en el país de origen), que se han aceptado condiciones de compra poco favorables por su precio o por la presencia de cláusulas restrictivas, y que no se ha puesto más que un débil esfuerzo para adaptar, asimilar y extender la tecnología importada. En la corrección de este estado de cosas es importante la contribución de la ciencia nacional, hoy poco volcada hacia la industria, como se verá en la siguiente sección.

## 2. Aspectos cuantitativos.\*

### a. La ciencia argentina en 1969

La encuesta realizada por el Consejo Nacional de Ciencia y Técnica en 1969 abarcó 961 institutos en todo el país. Los resultados deben ser examinados a la luz de las limitaciones inherentes en un trabajo de esta naturaleza, que surgen por una parte de las dificultades intrínsecas de medir el esfuerzo científico y por la otra de la falta de una experiencia nacional anterior en este tipo de tareas. El análisis realizado revela que el esfuerzo de investigación y desarrollo llevado a cabo por los 961 institutos es de pequeña magnitud, está atomizado y se encuentra concentrado en Buenos Aires y zonas vecinas. Además una apreciable parte del mismo se realiza en condiciones que no conducen a su eficiencia y su orientación hacia las áreas que más deberían interesar a la sociedad, parece ser débil. Finalmente, existen indicios sobre la baja utilización del esfuerzo de investigación y desarrollo por parte de la sociedad.

Lo primero que surge es que la ciencia argentina no es muy grande, a pesar del elevado número de instituciones; la mayoría de éstas resultaban ser pequeñas. El gasto nacional en investigación y desarrollo<sup>14</sup> era en 1968 del orden de los 50 millones de dólares, un 0,28% del PBI, correspondiendo algo más de dos dólares por habitante. Los gastos de investigación de los institutos, a su vez, representaban una tercera parte del total de gastos de los mismos, estando el resto dedicado a tareas de servicios científicos y técnicos y otras actividades de menor importancia cuantitativa.

\* Esta sección se basa principalmente en los resultados de la encuesta llevada a cabo por el Consejo Nacional de Ciencia y Técnica en 1969, bajo la dirección de uno de los presentes autores, la que abarcó los institutos de investigación fuera del ámbito de la empresa privada. Véase: Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica de Argentina, *Potencial científico y técnico nacional. Encuesta a institutos de investigación*, Buenos Aires, 1971. Véase asimismo el artículo de A. Aráoz, "Virtudes y debilidades de la ciencia argentina", *Ciencia Nueva*, Buenos Aires, mayo de 1972.

<sup>14</sup> Cuya estimación incluye apreciaciones sobre el gasto en I y D total del país, inclusive de las empresas privadas.



Las cifras mencionadas, tanto absolutas como relativas, al ser comparadas con las de otros países muestran a la Argentina en una posición muy baja en el concierto internacional, lejos del nivel de Austria, Yugoslavia, Irlanda, Finlandia y Dinamarca, países industrializados de dimensión mediana o pequeña. Fijándonos ahora en los recursos humanos, de las 31,000 personas empleadas en 1969 por estos institutos, unas 13,000 eran calificadas como personal científico, pero sólo la tercera parte de estos se desempeñaba con dedicación exclusiva. Abundaban los de dedicación parcial, principalmente en los institutos universitarios y existía una apreciable proporción, cerca del 10%, que se desempeñaba adhonorem. De allí que el total de años-hombre de trabajo disponible por los institutos era bastante menor que la cifra citada.

Si nos referimos al personal científico que se desempeñaba en proyectos de investigación, su número llegaba a 10.827; pero debido a dedicación menos que plena, los años-hombre de trabajo de este personal apenas sobrepasaban los 8.000, y los años-hombre destinados a investigación y desarrollo llegaban a alrededor de 4.500. Si a esto agregáramos 1.500 como estimación de los años-hombre dedicados a investigación y desarrollo en la industria, el total nacional llegaría a 6.000, cifra también bastante inferior a lo que la estadística muestra para los países anteriormente mencionados.

La actividad de estos institutos se financiaba principalmente con recursos estatales, sea a través de los organismos de los cuales dependen los institutos, en muchos casos pertenecientes al sector público o al sistema universitario oficial, como a través de subsidios de entidades oficiales. Las fuentes privadas contribuían poco, y existía alguna financiación externa que no llegaba al 3%, aunque ésta estaba probablemente dirigida a los programas de trabajo o a los institutos de buen nivel y eficiencia.

Al estudiar la distribución de recursos humanos y financieros por disciplinas científicas, suge que las Ciencias Exactas y Naturales y las Ciencias Médicas son las más importantes, superando a las Ciencias Agropecuarias y a las de Ingeniería. Puede estimarse que sólo alrededor de un 11% de los recursos humanos de nivel científico y un 14% de los recursos financieros estaban dedicados a institutos de Ciencias de la Ingeniería, que son las de mayor importancia potencial para la industria. Por otra parte, los gastos corrientes que las instituciones dedicaban a investigación y desarrollo en 1968 se distribuían en un 30% para investigación básica, un 49% para aplicada y un 21% para desarrollo, esta última proporción a todas luces pequeña cuando se compara con la de otros países. Esto se debe principalmente a que las Ciencias de la Ingeniería, donde la proporción destinada a desarrollo es más alta (42%), representaban sólo el 14% del total estimado de gastos corrientes en investigación y desarrollo.

Al tiempo de la encuesta, los institutos realizaban cerca de 10.000 proyectos de investigación, un 60% de los cuales se ejecutaba en institutos universitarios. Cerca de la tercera parte de estos proyectos eran de investigación básica, un 55% de investigación aplicada y sólo un 16% de desarrollo experimental.

La eficiencia del esfuerzo de investigación llevada a cabo por los institutos no parece ser grande, si se tienen en cuenta indicadores cuantitativos que revelan la pequeña dimensión de muchos de los institutos, la baja dedicación del personal científico, el poco apoyo que los investigadores encuentran en su actividad, la dispersión de esfuerzos en gran número de proyectos de investigación, la elevada proporción de personal científico en las categorías más altas, etc. En

cuanto a la orientación del esfuerzo de investigación llevado a cabo por los institutos, pudo analizarse en primera aproximación a través de una clasificación de los proyectos por el *campo de aplicación probable* asignado al responder la encuesta. Esto muestra que sólo un 6% de los proyectos tenían como campo de aplicación probable la industria y un 20% las actividades agropecuarias, lo que sugiere que el esfuerzo de investigación no está fuertemente orientado hacia los propósitos de desarrollo económico.

La encuesta ha permitido recoger algunos indicios sobre la poca utilización que reciben los resultados de investigación en la Argentina. Por una parte, es baja la proporción de desarrollo experimental en el total de gastos corrientes de investigación y desarrollo; por la otra, es débil la orientación hacia los sectores productivos de mayor importancia para el desarrollo. Además la encuesta ha mostrado una magra vinculación entre la ciencia y la sociedad, con la posible excepción de las Ciencias Agropecuarias. En los institutos dedicados a Ciencias de la Ingeniería, que por su naturaleza deberían servir de apoyo al desarrollo de las actividades industriales y de infraestructura, el esfuerzo de extensión y acople con la sociedad es sin duda escaso. En esta disciplina los gastos de extensión eran inferiores al 7% de los gastos de investigación, proporción que en el caso de las Ciencias Agropecuarias llegaba al 25%. Por otra parte es pequeña la importancia de los contratos de investigación como fuente de recursos para los institutos. El monto de estos contratos representaba sólo un 6% de los gastos corrientes de investigación, y el de contratos originados en empresas privadas y estatales no llegaba al 1% de aquellos gastos.

Este examen cuantitativo<sup>15</sup> muestra un sistema científico típico de país en desarrollo, ligado principalmente al exterior y poco relacionado con la sociedad que lo rodea, salvo en lo que hace a la actividad agropecuaria y, en alguna medida, a la medicina. A pesar de existir instituciones de buen calibre y gente muy bien preparada sobre las cuales podría edificarse una política destinada a fortalecer y agrandar el aparato científico, hay diversas restricciones para el desarrollo del sistema científicotécnico. Una de ellas tiene que ver con la baja retribución de los recursos humanos empleados en la ciencia. La estructura de las instituciones hace que no sea posible ofrecer remuneraciones comparables a los niveles internacionales y generalmente tampoco a los que imperan en la industria. El problema del éxodo de cerebros, que la Argentina comparte con muchos otros países, de alguna manera se relaciona con las bajas remuneraciones vigentes en la ciencia argentina. Por otra parte, es pobre el apoyo recibido por los investigadores científicos, como lo demuestra el nivel de gastos por año-hombre de investigación, cuyo promedio en la Argentina llegaba a 7.500 dólares contra valores del doble y del triple en otros países del mundo. Esto engloba una serie de deficiencias como la falta de personal auxiliar, carencia de equipos, poca disponibilidad para gastos de material, bibliografía, viajes de estudio, asistencia a conferencias, etc. La situación es mucho más crítica en los institutos universitarios, donde el gasto mencionado era menor de 5.000 dólares por año-hombre de investigación. Se comprende así que las condiciones para el trabajo de los científicos no sean las más favorables y que éstos en ciertos casos busquen emigrar hacia mejores horizontes profesionales y personales.

Otro problema es el que se refiere a la educación. El sistema universitario argentino produce escasos graduados de la calidad necesaria para dedicarse a la

<sup>15</sup> Que por supuesto debe ser complementado por apreciaciones cualitativas, en las que no se ha entrado mayormente en esta ocasión.

investigación. Entre otras cosas parece necesario un refuerzo en Ciencias de la Ingeniería, especialmente a nivel de graduado, donde sólo existen algunos programas incipientes que no satisfacen los requerimientos del país.

Debe mencionarse por último una organización de la actividad científica, que es en general deficiente y que cuenta con pocos administradores científicos capaces de organizar adecuadamente la formación del nuevo personal, su actividad científica dentro de la institución y el acople de esta última con la sociedad. Este es un factor importante para aumentar la eficiencia externa del aparato científico argentino, como se comenta en otro lugar del presente trabajo.

#### b. Actividades de investigación y desarrollo con posible aplicación a la industria \*

Se ha realizado, en base a los datos de la encuesta citada, una exploración sobre el esfuerzo de investigación de los institutos en relación a su aplicación a la industria. Se centró en el análisis de los proyectos de investigación anotados en la encuesta, a los que se había asignado un *campo de aplicación probable* a la industria. Como se ha expresado un 6% del total de proyectos relevados se encontraba en esas condiciones, es decir, eran menos de 600 en números absolutos, demostrando así la poca importancia del objetivo socioeconómico que implican, en la I y D del sistema científico nacional. Se vuelve aquí a hacer un análisis de este conjunto de proyectos, con exclusión de los ejecutados por Empresas Estatales y Mixtas, dado que en los laboratorios de dichas empresas puede suponerse que existe de hecho una conexión con las actividades productivas de las mismas; el interés radica en los proyectos que se ejecutaban en 1969 en el sistema científico extraempresario.

Se es conciente de las limitaciones del análisis, en primer lugar por las razones de carácter general ya señaladas al hacer referencia a la confiabilidad de los datos de la encuesta, y en segundo término por la validez del atributo *campo de aplicación probable*, pues: a) pueden haber existido errores de codificación por parte de los respondentes; b) ese atributo refleja el deseo del respondente más que un hecho en sí, es decir, la asignación de un proyecto al campo de aplicación probable *industria* no implica la existencia de una vinculación efectiva entre quienes ejecutan el proyecto y quienes podrían beneficiarse del mismo; y c) se trata de un análisis cuantitativo que no ha tomado en cuenta los aspectos cualitativos de cada proyecto.

Con el objeto de hacer más fructífero el estudio, se especificó la rama industrial a la que presumiblemente podía referirse cada proyecto en los numerosos casos (más de la mitad) en que el respondente no lo había hecho al llenar la encuesta. Esto también puede ser una fuente de error. El conjunto de proyectos con campo de aplicación probable *industria*, ejecutados en 1969 por institutos de los sectores Universitario, Público Descentralizado, Público Centralizado y Privado de Bien Público, totalizaba 511, y su distribución por sector, disciplina científica (del proyecto) y región figura en el cuadro 1. Los cuadros 2 a 5 permiten examinar diversas características que arrojan luz sobre el apoyo del sistema científico extraempresario al sector industrial.

Cuadro 1. Distribución de los proyectos con campo de aplicación probable "industria".

Por sector:	Cantidad	%	Por disciplina científica del proyecto:	Cantidad	%
1. Universitario	357	70	11. Física	20	4
2. Público descentralizado	110	21	12. Química	73	14
3. Público centralizado	36	7	13. Biología	30	6
4. Privado de bien público	8	2	14. Medicina	8	2
Total	511	100	15. Ciencias de la tierra	20	4
			16. Matemáticas	2	—
Por región:			17. Ingeniería	283	55
1. Patagonia	—	—	18. Ciencias agropecuarias	30	6
2. Comahue	53	10	21. Economía	23	5
3. Cuyo	108	21	23. Psicología	1	—
4. Centro	41	8	38. Arquitectura	1	—
5. Noroeste	41	8	40. Odontología	7	1
6. Noreste	—	—	41. Farmacología	13	3
7. Pampeana	128	25	Total	511	100
8. Área metropolitana	140	27			
Total	511	100			

Fuente: elaborado en base a datos del CONACYT.

Cuadro 2: Proyectos con campo de aplicación probable "industria" clasificados por sector de dependencia del instituto y otros parámetros.

SECTOR	Proyectos		Cantidad de institutos	Promedio de proyectos por instituto	Distribución según el % proyectos con C.A.P. industria sobre total de proyectos			Distribución según el número de investigadores afectados al proyecto				
	Cant.	%			Más de 73	47 a 73	Menos de 47	1 y 2	3 y 4	5	6 Más	
Universitario	357	70	77	5	124	144	89	237	104	16		
Público descentralizado	110	21	22	5	41	14	55	81	19	10		
Público centralizado	36	7	11	3	4	16	16	24	7	5		
Privado de bien público	8	2	4	2	3	—	5	3	4	1		
Total	511	100	114	5	172	174	165	345	134	32		

SECTOR	Distribución según el total de ingresos del instituto (en millones de pesos).				Distribución según el % de ingresos del instituto en concepto de contratos de investigación					Distribución según el tipo de actividad de I y D		
	Menos de 10	10 a 35	Más de 35	Sin Datos	0	1 a 10	10 a 50	Más de 50	Sin Datos	Inv. Aplic.	Des. Exp.	Sin Datos
Universitario	118	123	70	46	265	14	2	30	46	277	71	9
Público descentralizado	22	28	41	19	53	12	26	—	19	57	53	—
Público centralizado	—	2	32	2	16	7	—	11	2	17	19	—
Privado de bien público	4	—	4	—	5	—	—	3	—	4	4	—
Total	144	153	147	67	339	33	28	44	67	355	147	9

Fuente: véase fuente del cuadro 1.

Cuadro 3: Proyectos con campo de aplicación probable "industria" clasificados por disciplina científica del proyecto y otros parámetros.

GRUPOS DE DISCIPLINAS	Proyectos		Distribución según el % de proyectos con C.A.P. industria sobre el total de proyectos			Distribución según el número de investigadores afectados al proyecto					Distribución según el % de ingresos del instituto por contratos de investigación				
	Cant.	%	Más de 73	47 a 73	Menos de 47	1 y 2	3 y 4	5	6 Más	0	1 a 10	10 a 50	Más de 50	Sin Datos	
Ciencias de la ingeniería	283	55	103	99	81	202	71	10	182	8	26	27	47		
Ciencias exactas y naturales	145	28	36	47	62	89	45	11	101	22	2	5 <sup>a</sup>	15		
Ciencias agropecuarias	30	6	4	16	10	27	3	—	26	3	—	—	1		
Ciencias médicas	28	6	15	13	—	15	11	2	27	—	—	—	1		
Otras disciplinas	25	5	14	—	11	12	5	8	10	—	—	12 <sup>b</sup>	3		
Total	511	100	172	175	164	345	135	31	339	33	28	44	67		

Notas: Los grupos de disciplinas de ciencias exactas y naturales, ciencias médicas y otras comprenden las que se detallan a continuación, indicando también las frecuencias (el número entre paréntesis se refiere a la cantidad de proyectos de cada caso):  
 Ciencias exactas y naturales: Física (20), Química (73), Biología (30), Ciencias de la Tierra (20), Matemáticas (2).  
 Ciencias médicas: Medicina (8), Odontología (7), Farmacología (13).  
 Otras disciplinas: Economía (23), Psicología (1), Arquitectura (1).

a Todos en Química  
 b Todos en Economía

Fuente: Véase fuente del cuadro 1.

\* Esta sección se basa en un trabajo preparado por Alberto Aráoz para su presentación ante un Seminario de la Universidad Católica Argentina. En la elaboración de los datos se ha contado con la colaboración de R. Murtagh y de Victoria Eichenbaums.

RAMA INDUSTRIAL <sup>a</sup>	Proyectos		Distribución según el tipo de actividad de I y D <sup>b</sup>		Distribución según % de proyectos con C.A.P. industria sobre total de proyectos		Distribución según el número de investigadores afectados al proyecto		Distribución según el total de ingresos del instituto (en millones de pesos)		Distribución según el % de ingresos del instituto en concepto de contratos de investigación										
	Cant.	%	Inv. Aplíc.	Des. Exp.	Inv. Aplíc.	Des. Exp.	Más de 73	Menos de 73	1 y 2	3 y 4	5 ó Más	Menos de 10	10 a 35	Más de 35	Sin Datos	0	1 a 10	10 a 50	Más de 50	Sin Datos	
11. Explot. minas carbón	9		3	8	8	1		5	4			3	9								
12. Extrac. minerales metal.	11				6	5		10	1				3	5							11
13. Extrac. perfor. y explot. de petróleo y gas natural	3							2	1			1	2								
14. Extrac. piedra, arena, minerales no metálicos y conteras	6							4	2												
20. Alimentos	68	13	57	11	23	23	6	43	21	4		19	30	16	3						
21. Bebidas	66	13	60	6	32	26	8	52	10	4		51	10	5							
23. Textiles	11		10	1	1	10		3	4	4			8	3							
24. Calzado, prendas vestir	1				1	1		1	1				1								
25. Madera y corcho	7				1	6		7					6								
27. Papel	2				1	1		1					1								
29. Cuero (excl. calzado y prendas de vestir)	3				3				1	2		2	1								
31. Productos químicos	96	19	73	22	32	46	18	54	40	2		18	45	25	8						
32. Prod. derivados de petróleo y carbón	5				2	3		5					1	4							
33. Otros prod. minerales no metálicos	27	5	17	10	3	20	4	18	8	1		6	6	15							
34. Ind. metálicas básicas	80	16	59	21	32	17	31	54	22	2		14	24	19	23						
35. Prod. metal. Excl. maquinarias y transporte	3				3			3				2	1								
36. Maquinaria excl. eléctrica	24	5	14	7	14	5	5	20	4			4	9	11							
37. Maquinaria y apar. eléc.	15		5	10	7	4	4	14	4	1		7	4	3							
39. Ind. manufacturera diversas	27	5	23	4	12	5	10	13	11	2		11	5	10							
Otras.			44																		
Sin datos o sin especificar	47		18	19	8	3	35	36	6	3		5	3	9	29						
TOTAL	511		383	119	9	172	174	165	345	134	32	144	153	147	67	339	33	28	44	67	

<sup>a</sup> Se indica el código C I I U. Nótese la ausencia de proyectos en las siguientes ramas: 22, tabaco; 26, muebles; 28, imprenta; 30, caucho; 38, construcción de material de transporte.

<sup>b</sup> Las ramas en que no se ejecutaban proyectos de desarrollo experimental han sido reunidas en la penúltima fila (otras). Esta fila también ha sido utilizada en la última distribución del cuadro para agrupar algunas ramas de menor importancia en cuanto a número de proyectos.

Fuente: Véase fuente del cuadro 1.

Cuadro 5. Proyectos con campo de aplicación probable "industria" clasificados por tipo de I y D y cantidad de investigadores a ellos afectados.

TIPO DE I y D	1 y 2 Investigadores	3 ó más Investigadores	TOTAL
Investigación aplicada	252	104	356
Desarrollo experimental	90	56	146
Sin datos	3	6	9
TOTAL	345	166	511

Fuente: citada en el cuadro 1.

No se intenta aquí un comentario detallado del contenido de estos cuadros; muchas de las conclusiones son evidentes a simple vista. Se prefiere sintetizar las conclusiones, diciendo que es relativamente pequeño el esfuerzo que el sistema científico argentino dedica a proyectos de I y D para objetivos industriales (511 proyectos, menos del 6% del total de proyectos para todos los objetivos), y que la evidencia cuantitativa recogida muestra que probablemente muchos de esos proyectos no recibirían aplicación a corto plazo en la industria, puesto que:

- 1) El 70% de los proyectos se ejecutaba en las Universidades, donde la relación proveedor-cliente con la industria es débil.
- 2) El 70% de los proyectos era de investigación aplicada, que en el mejor de los casos tiene una influencia indirecta y a plazo mediano o largo sobre el desarrollo industrial y sobre el crecimiento de la productividad de la industria.
- 3) El 66% de los proyectos se ejecutaba en institutos que no tenían ingresos por contratos de investigación (y, más grave aún, la proporción era la misma para los proyectos de Ciencias de la Ingeniería), en los que presumiblemente el tema de trabajo es fijado por el propio investigador o por la institución, no respondiendo a una demanda específica del sector industrial.
- 4) El 62% de los proyectos de desarrollo experimental (así como el 70% de los de investigación aplicada) estaba a cargo de uno o dos investigadores solamente; esta proporción era similar en los proyectos de desarrollo experimental en Ciencias de la Ingeniería, despertando la sospecha de que muchos de estos se dedicaban a problemas de pequeña monta.

Se destacan además otras observaciones de interés:

- 5) La disciplina con más proyectos era Ciencias de la Ingeniería, cuyos 283 proyectos significaban más de la mitad del total de esa disciplina para todos los campos de aplicación. La seguía Química, con 73 proyectos, un 14% del total relevado. Es interesante anotar que en Farmacología los 13 proyectos significaban un 16% de los de esa disciplina. Finalmente, causa extrañeza haber encontrado solamente dos proyectos en Matemáticas, disciplina cada vez más



importante para la conducción y operación de la empresa moderna.

6) La distribución de los proyectos por rama industrial, permite apreciar que algunas ramas dinámicas parecen contar con muy poco apoyo del sistema científico. No existía proyecto alguno con aplicación potencial a la Construcción de Materiales de Transporte, cuando esta rama incluye la fabricación de automotores, industria dinámica por excelencia en la Argentina; habían 2 proyectos en Papel, 5 en Derivados del Petróleo, 15 en Maquinaria y Aparatos Eléctricos y 24 en Maquinaria no Eléctrica. Por otra parte existían 80 proyectos en Metales Básicos y 96 en Química, aunque eran en ambos casos principalmente de Investigación Aplicada. Si bien es cierto que las industrias dinámicas trabajan continuamente con tecnología importada, no deja de llamar la atención el magro apoyo aparente del sistema científico. Queda por ver si estas industrias han creado estructuras internas eficientes para llevar a cabo la I y D que han menester si desean permanecer en un nivel razonable de eficiencia en relación a las prácticas mundiales.

No debe olvidarse, finalmente, que el análisis se limita tan solo a aquella parte de la relación ciencia-industria que se refiere a actividades de I y D. Hay multitud de servicios científicos y técnicos, de gran importancia para la industria de un país en desarrollo, que diversos institutos llevan a cabo exitosamente. Esta dimensión de la relación ciencia-industria merecería una exploración cuidadosa. Tampoco se han tomado en cuenta los aspectos cualitativos, por la dificultad de recoger opiniones al respecto sin realizar un examen más amplio del tema, que no ha podido abarcarse en el presente trabajo.

### 3. Factores que inciden sobre la demanda de ciencia por parte de la industria argentina

En la sección 2 se han mencionado los diversos obstáculos que se oponen, en un país que se industrializa, a la utilización de la ciencia por parte de la industria. Todos ellos, en mayor o menor grado, actúan en Argentina con los resultados que se han visto en la sección precedente. La industria argentina presenta pocas demandas a la ciencia nacional, y son siempre sencillas. Ciertamente, se comprende esta situación por parte de las empresas de capital extranjero, que actúan de manera principal en algunas de las ramas más dinámicas, pero se encuentra asimismo esta actitud de indiferencia e incompreensión en las de capital nacional, tanto privadas como estatales. La industria nacional se abastece preponderantemente del exterior en materia tecnológica; la interacción con la ciencia nacional, en lo que respecta a investigación y desarrollo, no parece constituir un factor importante.<sup>16</sup> No hay tradición en la industria argentina sobre la utilización de la ciencia nacional, ni existe un sentimiento arraigado de que esto sea importante para su evolución futura, no obstante las expresiones declamatorias que a veces se vierten en reuniones empresarias.

Este estado de cosas, a juicio de algunos autores, es el resultado de la manera en que se ha producido la industrialización bajo la influencia de factores externos e internos. Las fuerzas que han actuado en el plano internacional entre la Argentina, como país "periférico", y los países industriales, y que significaban un intercambio de materias primas argentinas contra bienes manufacturados

<sup>16</sup> Si bien la industria requiere diversos servicios científicos y técnicos, importantes para su accionar, que el sistema científico hoy le proporciona.

extranjeros, han implicado serios obstáculos a todo intento que se hubiera querido hacer por promover un desarrollo industrial eficiente, moderno y apoyado en los propios recursos tecnológicos. Intentos de esta naturaleza sólo han dado fruto en contadas ocasiones en el mundo del siglo XX, siendo el Japón el caso más exitoso. En Argentina, por otra parte, no ha existido un intento serio. El desarrollo industrial ha tenido lugar bajo el signo "liberal", en un principio, y más tarde las políticas llevadas a cabo no han significado un esfuerzo coherente y completo que persiguiese propósitos de largo plazo. La importancia del factor tecnológico generalmente no ha sido comprendida. La ciencia ha sido apoyada por razones de prestigio o como complemento de la educación superior, y sólo en los últimos quince años han aparecido instituciones científicas con objetivos más o menos definidos, que no siempre han alcanzado un nivel de eficiencia razonable. Las empresas nacionales han continuado utilizando el "andador" de la tecnología extranjera por tanto tiempo que en vez de aprender a andar por sí mismas corren el peligro de permanecer tullidas.

Es claro que, como dice Herrera,<sup>17</sup> la ciencia no puede asumir por sí misma el papel dinámico y motor que puede y debe esperarse de ella, si no existen las necesarias precondiciones políticas, sociales y económicas. La Argentina, sin un Proyecto Nacional y sin planes de desarrollo operativos, no las ha proporcionado todavía.<sup>18</sup> Y este es sin duda el obstáculo mayor. La actividad científica y técnica útil para la sociedad se produce como respuesta a necesidades fundamentales explicitadas por esta última, y esto aún no se ha dado en Argentina, donde el empresariado industrial no ha tenido objetivos explícitos propios a largo plazo, ni el Estado se los ha indicado, sino que se ha dedicado a sus problemas coyunturales y ha procurado la protección estatal para su quehacer. El esquema de desarrollo industrial a través de la sustitución de importaciones ha significado para el empresario condiciones de entorno dentro de las cuales los beneficios se obtienen y luego se protegen, principalmente mediante un continuo accionar ante las autoridades nacionales para que se otorguen primero y se mantengan después diversas medidas de protección arancelaria, facilidades crediticias, regímenes especiales, etc. Este accionar de coyuntura no ha sido favorable al desarrollo de una administración de corte moderno que prestara atención principal al aumento de la eficiencia, la calidad de la producción, la innovación tecnológica, la mejor utilización de las materias primas y los recursos humanos disponibles. Esto se ha unido a la falta de pautas y motivaciones propias y a la adopción de pautas culturales y de prestigio provenientes del extranjero o del sector tradicional agropecuario, así como a una actitud tímida y reverencial ante el capital y la tecnología extranjeros.

En una situación de esta naturaleza, es evidente que la introducción del factor ciencia como uno de los elementos impulsores de una industrialización eficiente no puede surgir espontáneamente y sólo puede conseguirse mediante un decidido esfuerzo en el plano nacional, dentro de una política de desarrollo industrial a largo plazo. Las medidas ya adoptadas para promover la demanda de ciencia por parte de la industria, que se examinan someramente en la sección 4 son todavía elementos aislados de un comienzo en esta dirección.

<sup>17</sup> Herrera A., *La transferencia de los resultados de la ciencia a la sociedad*, Fundación Bariloche, Julio de 1969.

<sup>18</sup> Los estudios de la OCDE muestran que esta situación también se da en los países europeos de menor desarrollo relativo.

Es importante ahora pasar revista a algunos de los obstáculos que existen en el medio industrial argentino para la utilización de la ciencia nacional. Uno de ellos reside en la actitud de los empresarios, poco favorable todavía hacia las posibilidades que ofrece la ciencia nacional. Esta actitud se debe a diversos factores: la conexión con firmas extranjeras, el escaso poder financiero de muchas empresas, la deficiente dotación de éstas en cuanto a recursos humanos de alto nivel, y factores psicológicos emanados de la falta de información o de los hábitos de *dependencia tecnológica* difíciles de desarraigar. Un factor subyacente es el bajo nivel educativo de muchos ejecutivos.

Justo es consignar, sin embargo, que la inestabilidad política y económica y la situación inflacionaria del país en los últimos quince años han condicionado la acción del empresario en tal forma que le resulta muy difícil pensar en el largo plazo mientras sus tiempos y energías se ven absorbidos por problemas inmediatos.<sup>19</sup> Los empresarios argentinos no son reacios a la innovación; compran ávidamente "know-how" extranjero, marcas y patentes.<sup>20</sup> Pero descreen de las dotes creativas y la capacidad de científicos y tecnólogos nacionales, y tampoco están familiarizados con los beneficios de la I y D, ni son propensos a invertir dinero en esa actividad.<sup>21</sup> Aunque se notan ya síntomas que auguran un despertar de la conciencia empresarial, debe pensarse seriamente en realizar una campaña educativa y propagandista para cambiar esas actitudes y para crear en la industria una *clientela* para la ciencia nacional.

Uno de los obstáculos para la evolución favorable del empresariado, en el sentido de utilizar más la ciencia nacional, reside en el bajo nivel educativo de gran parte de sus integrantes. El Anexo 3 proporciona información sobre este aspecto. Para principios de la década del 60, aunque puede suponerse que la situación ha mejorado desde entonces con el acceso a los niveles gerenciales de nuevas generaciones con más alto nivel educativo, no hay duda que muchas empresas medianas y pequeñas (y también algunas grandes, sobre todo aquellas bajo control familiar) tienen pocos ejecutivos con educación universitaria y que, por lo tanto, no ha de ser fácil convertirlas en usuarios de la ciencia nacional.

En cuanto a la poca capacidad de absorción de los resultados de la investigación por parte de las empresas, la observación empírica parece mostrar que pocas de ellas han avanzado lo suficiente en el proceso del logro del poder de

19 "Quizás deberíamos felicitar al empresario argentino por su capacidad de supervivencia", dice G. Edelberg en un trabajo reciente sobre los empresarios argentinos.

20 El régimen legal vigente en materia de propiedad industrial, que data del siglo XIX (Ley N° 111), pone también obstáculos al desarrollo tecnológico nacional al favorecer netamente la inscripción de patentes de origen extranjero. Existe la sospecha de que esa inscripción se realiza en algunos casos con el propósito de proteger mercados presentes o futuros, y que en general significa un bloqueo de los desarrollos tecnológicos nacionales que podrían dar lugar a patentes, salvo en temas de menor importancia o triviales.

21 Estos problemas, por otra parte, no son privativos de la Argentina. Se encuentran en mayor o menor grado en todos los países que no han llegado a una avanzada etapa de industrialización.

decisión tecnológica que se ha esquematizado en el Anexo 1. Esto se ve reforzado con un examen de la composición ocupacional de la industria, que se muestra en el Anexo 3. Como puede observarse allí, la proporción de personal técnico y profesional era muy baja para el total de la industria y aún para el conjunto de empresas que empleaban a más de 100 personas (datos de 1960/61). En las firmas de tecnología avanzada, por otra parte, la situación es mucho mejor, según datos recogidos en un estudio sobre 7 empresas realizado en 1967.

Finalmente, no puede olvidarse que la investigación es costosa, encierra riesgos y muchas veces promete beneficios sólo a largo plazo. La firma que realiza I y D salvo que ésta sea del tipo *adaptativo* y se efectúe sólo de tanto en tanto, necesita tener una cierta dimensión a fin de poder mantener sin apremios a un grupo de profesionales empeñados en esa actividad. Sin embargo, la investigación puede comprarse a grupos de investigación ya formados, como universidades, institutos de investigación oficiales o privados y firmas de ingenieros consultores, o aún realizarse en *asociaciones de investigación* patrocinadas por numerosas firmas pequeñas. El tamaño de la empresa, por lo tanto, no es un obstáculo absoluto.<sup>22</sup> Hay en Argentina empresas de suficiente envergadura como para llevar adelante programas propios, tanto en el sector estatal, cuyas empresas, de gran tamaño, han descuidado hasta ahora este aspecto, como también en el privado. Por otra parte, el poner en práctica los resultados de la investigación en el caso de verdaderas novedades tecnológicas, productos del *desarrollo innovativo*, puede significar un desembolso considerable para financiar los ensayos piloto, el diseño y construcción de nuevas instalaciones productivas y los gastos inherentes a la introducción al mercado de un nuevo producto, con los riesgos que ello involucra y los largos plazos que pueden transcurrir hasta que se recuperen las inversiones realizadas en investigación y puesta en producción. No será en el interés nacional que la industria soporte por sí sola el costo de la I y D, ya sea comprada o llevada a cabo en las propias empresas. Lo deseable es que se apoye la I y D mediante un programa de créditos, desgravaciones impositivas y subsidios, tal como ya sucede en otros países, a fin de llegar a un nivel nacional adecuado de estas actividades. En vista del enorme beneficio que promete la I y D para el desarrollo de la industria nacional, hay un fuerte argumento en favor de que el Estado promueva la investigación industrial y alivie los costos de la misma.

#### 4. Políticas estatales argentinas que promueven la demanda de ciencia por parte de la industria

Siguiendo los lineamientos de la sección 3, se examinan brevemente los tipos de política que han sido instrumentados en la Argentina, tendientes a promover la demanda de ciencia nacional por parte de la industria.<sup>23</sup>

Sobre los *propósitos explícitos* de aumentar esta demanda, existe una enunciación general en varios documentos: las Políticas Nacionales,<sup>24</sup> el Plan Nacional de

22 Tampoco lo es el problema del *secreto industrial* que algunas firmas argentinas blanden como excusa para no contratar investigación afuera. No parece difícil crear salvaguardias eficaces; en muchos países el sistema funciona sin inconvenientes.

23 Este análisis se refiere a las políticas vigentes en marzo de 1971, fecha en que se compilaron los datos para el presente trabajo.

24 Decreto 46/70.



Desarrollo 1971-1975,<sup>25</sup> y varios otros producidos por la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica en el curso de 1971. Puede concluirse, sin embargo, que aún no se han definido objetivos claros ni se ha buscado su relación con otros de la política científica o de la nacional.

- a) *En el área de educación*, no se han adoptado medidas a nivel nacional tendientes a formar personal de alto nivel que pueda realizar el acople entre la ciencia y la industria, tanto a través de su actividad en la misma industria como en el aparato científico. Sin embargo, han existido, esfuerzos aislados para formar el "cuarto nivel" en diversas especialidades, lo que sin duda significa una contribución al desarrollo tecnológico de la industria. Estos esfuerzos comenzaron en años recientes. Se han instaurado doctorados de posgrado en ingeniería en dos universidades, la Universidad Nacional del Sur (Depto. de Ingeniería) y la Universidad Nacional de La Plata (Facultad de Ingeniería). Algunas otras entidades universitarias están de hecho proveyendo capacitación de cuarto nivel a ingenieros y tecnólogos; cabe citar entre ellas al Centro de Investigaciones Metalúrgicas de Córdoba, al Departamento de Mecánica Aplicada de la Facultad de Ingeniería de Buenos Aires, y al Instituto de Matemática Aplicada y Estructuras de la Universidad Nacional de Rosario. Pero falta a nivel nacional una política coherente de formación en Ciencias de Ingeniería a cuarto nivel, de la que estos esfuerzos aislados son un ejemplo.
- b) *Política sobre importación de tecnología*. A fines de 1971 se promulgó la Ley N°19231, que establece un "Registro Nacional de Contratos de Licencias y de Transferencia de Tecnología" en el que deberán registrarse todos los contratos que signifiquen transferencia de tecnología del exterior. La autoridad de aplicación de esta ley, el Ministerio de Industria y Minería, asesorado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, determinará si se registra o no un cierto contrato, estudiando para ello las características del mismo, su conveniencia o no para el país, el precio y las condiciones de pago propuestas, la existencia de cláusulas restrictivas, etc. Los contratos ya en vigencia serán prorrogados automáticamente por un plazo de dos años, al cabo de los cuales se los deberá ajustar a las condiciones que dicte la Autoridad de Aplicación. La aplicación de esta Ley permitirá en la práctica explicitar una política de importación de tecnología acorde con los intereses nacionales.
- c) *Medidas de difusión* tendientes a crear un clima receptivo en la sociedad para la utilización de la ciencia por parte de la misma; no se han encarado a nivel nacional medidas de esta naturaleza.
- d) *Medidas del Estado como empresa*. El examen comprende las ya enunciadas en el capítulo 1.

En primer lugar, el *fortalecimiento de cuadros científicos* en empresas estatales, y establecimiento de laboratorios de investigación y desarrollo en las mismas. Una acción en este sentido ha comenzado y está aún en estado incipiente. Tampoco existe en este caso una política general al respecto, sino que la iniciativa ha sido tomada por algunas empresas aisladas. El esfuerzo es aún pequeño y quedan grandes empresas estatales que no

<sup>25</sup> Ley 19039/71

poseen laboratorios y que rara vez recurren a la ciencia nacional. El Estado empresario argentino aún no ha tomado conciencia de la necesidad de contar con una fuerte base científicotécnica. También debe hacerse referencia al proyecto de creación de ENIDE (Empresa Nacional de Investigación y Desarrollo Eléctrico, S. A.). La idea surgió a principios de 1971 pero no ha prosperado todavía. ENIDE tendría como objetivo producir, distribuir, vender, comprar, exportar, importar e intercambiar conocimiento tecnicocientífico en el campo de la energía eléctrica; colaborar con organismos, laboratorios, empresas consultoras, etc., que desarrollen actividades en el campo de la energía eléctrica; y realizar por sí o encomendar tareas científicotécnicas en ese campo.<sup>26</sup> Se convertiría así en una empresa dedicada a la producción y comercialización de tecnología eléctrica, sirviendo de apoyo a productores de energía, fabricantes de equipos, ingenieros consultores, y al mismo Estado en su papel de planificador. El desarrollo de ENIDE significaría eventualmente la toma del poder nacional de decisión tecnológica en esta área.

Segundo, *los contratos de investigación encargados por organismos y empresas del Estado*. Hasta ahora han sido pocos y ocasionales. Han existido y existen en áreas de la defensa nacional, de telecomunicaciones, y otras de menor importancia; pero no significan una contribución o una inyección de fondos importantes a la infraestructura científicotécnica nacional, ni absorben una cantidad apreciable de horas-hombre de investigación.

- e) *Medidas del Estado a través de su poder de compra*. Las empresas estatales y aquellas organizaciones del Estado con gran poder de compra no han tenido políticas de compra que permitan a la industria anticipar sus ventas con la suficiente antelación como para realizar esfuerzos de mejoramiento tecnológico. Pero ha existido una excepción: el esfuerzo de la Comisión Nacional de Energía Atómica para incluir en el equipamiento de su Central de Potencia de Atucha la mayor proporción posible de componentes de origen nacional. En este aspecto se centra el estudio de caso tratado en el capítulo 3, puesto que el Laboratorio de Metalurgia de la Comisión, a través del SATI, tuvo un papel importante en dicho esfuerzo. La Comisión de Energía Atómica está por emprender una tarea similar, respecto a la central que se instalará próximamente en la Pcia. de Córdoba.

Por otra parte existen instrumentos legales, principalmente la Ley de Compre Nacional (1970), que alienta y en ciertos casos obliga al Estado a comprar productos manufacturados en el país. Este es un instrumento de aplicación general, con objetivos claros de sustituir importaciones industriales en la medida de lo posible; pero no configura una política de compras en el sentido mencionado, y por otra parte su aplicación no ha sido aún llevada a cabo eficientemente, pues en muchas oportunidades se ha dispensado al ente estatal comprador, de aplicar las disposiciones de la Ley. Existe la impresión de que una política de "Compre Nacional" perdería gran parte de su eficacia sin un conjunto de planes de compra a largo plazo.

- f) *Medidas de acción indirecta del Estado*. Se comentan brevemente seis tipos principales:

<sup>26</sup> Del Estatuto de ENIDE



*Los precios promocionales para los servicios de centros de investigación del Estado.* Esta es una herramienta importante en la actividad de los institutos tecnológicos del país, en los que los precios que debe pagar el usuario por los servicios recibidos, rara vez cubren los costos involucrados. Pero este instrumento existe de hecho más que de derecho, y su influencia todavía ha sido leve.

*Los beneficios impositivos a las actividades de investigación y desarrollo.* La Ley N° 18527, del año 1969, estableció desgravaciones impositivas para empresas industriales manufactureras que realicen investigación y desarrollo en temas aprobados por el Estado, como también para contribuyentes que efectúen donaciones destinadas a financiar investigaciones en universidades y en instituciones privadas de bien público. Este instrumento legal podría ocasionar un importante aumento de la actividad de investigación en las firmas y entidades privadas. Su puesta en aplicación se ha retrasado, aunque se espera que tenga lugar próximamente. La confección de esta Ley tomó en cuenta los modelos canadiense y australiano, como los más relevantes en lo que se refiere a modalidades y a receptores de los beneficios ofrecidos.

*Las exenciones para la importación de equipamiento destinado a la investigación.* El decreto N° 559 del año 1963 establecía un régimen de exenciones arancelarias para este objetivo, que aprovechaban instituciones de investigación, estatales y privadas, como también la industria. En estos momentos este decreto no está más en vigencia, aunque se espera que volverá a estarlo.

*Los subsidios a la investigación y desarrollo industrial.* No existe en la Argentina un mecanismo general de subsidios a la investigación industrial, sea en institutos de investigación extraempresarios o dentro de la empresa. Existen, por otra parte, algunos subsidios aislados para investigadores que pretenden trabajar en beneficio de la industria. Estos subsidios son otorgados por entidades de promoción científica, principalmente el Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, el Consejo de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, el Consejo de Investigaciones de la Universidad de Rosario y la Universidad Tecnológica Nacional. Pero se trata de subsidios aislados que no se enmarcan dentro de un esquema general de apoyo a la ciencia, y su incidencia sobre el volumen de la investigación industrial es muy pequeña.

*Los créditos.* Sólo existe una línea de crédito para prototipos industriales en el Banco Nacional de Desarrollo, instituida a principios de la década del 60, pero muy poco utilizada por la industria, debido a que no se trata de un beneficio importante, por una parte, y a que resulta engorroso llenar las condiciones necesarias para recibir el crédito, principalmente por la poca familiaridad del personal del Banco con el mismo.

*La provisión de capital de riesgo a la industria.* No ha existido política al respecto.

Como conclusión puede decirse que no está aún articulada la política argentina para promover la demanda de ciencia por parte de la industria. El país se ha caracterizado, en lo que hace a instrumentos específicos de

manejo de la tecnología industrial, por su gran permisividad y por la ausencia de toda restricción o acción indicativa sobre el sector industrial. Aunque las cosas han comenzado a cambiar, todavía se trata de algo incipiente y no del todo coordinado. Se nota en los poderes públicos y aun en la misma industria un despertar de conciencia sobre el tema, que ha sido plasmado en las recientes leyes sobre transferencia de tecnología, Compre Nacional y desgravación impositiva. Estos son elementos de una política global que quedan por definir.

## CAPITULO 3

### LA RELACION CIENCIA-INDUSTRIA EN ARGENTINA. EL CASO DEL LABORATORIO DE METALURGIA DE LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA (CNEA)

En este capítulo se explora la vinculación entre el Laboratorio del epígrafe y la industria nacional. Siguiendo el temperamento enunciado en la sección 4 del capítulo 1, se analiza la evolución del Laboratorio desde su creación, lo cual necesita de una breve alusión al marco institucional constituido por la CNEA, contemplando sus distintas actividades, y en especial su relación con la industria a través del "Servicio de Asistencia Técnica a la Industria" (SATI) creado dentro del Laboratorio. El examen pasa luego a las actividades del SATI desde el punto de vista cuantitativo, para el cual se recogen diversas opiniones sobre la labor del SATI, emanadas de los usuarios y de los propios científicos del Laboratorio. Estos elementos de juicio permiten extraer algunas conclusiones que pueden ser de utilidad para la concepción y ejecución de otros estudios similares.

#### 1. Marco institucional: La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)\*

##### a. Creación de la CNEA. Objetivos

La fisión nuclear en cadena planteó numerosos y complejos problemas que obligaron a tomar conciencia de que su incorporación a la sociedad sólo sería posible a través de un mecanismo conciente, explícito y planificado. Surgen así las Comisiones de Energía Atómica, órganos de gobierno dotados de gran autonomía y poder (dependiendo directamente de los Jefes de Estado) con responsabilidad también directa en la ejecución de todo aquello conducente a la producción y utilización de la energía nuclear, tanto para fines pacíficos como para fines bélicos. Su creación en los países más avanzados impulsó a los demás a seguirlos.

Es así que el 31 de mayo de 1950 se crea la Comisión Nacional de Energía Atómica de la Argentina, por decreto 1.093/50. En diciembre de 1956, el decreto ley 22.498/56 establece en forma categórica su autarquía (*Art. 1º: La CNEA funcionará como entidad autárquica, con capacidad para actuar pública y privadamente en los órdenes científico, técnico, industrial, comercial administrativo y financiero según lo establece el presente Decreto-Ley*) y define sus objetivos: "Promover y realizar estudios y aplicaciones científicas e industriales de las transmutaciones y reacciones nucleares"; 2) "Fiscalizar las aplica-

\* Este tema ha sido una vivencia conjunta de Jorge A. Sábato (creador del Laboratorio de Metalurgia y primer Gerente de Tecnología de CNEA) y de Carlos A. Martínez Vidal (colaborador de Sábato desde el primer momento y su sucesor en la Gerencia de Tecnología). En la primera parte del trabajo se transcriben párrafos de J. A. Sábato.

ciones a que se refiere el inciso anterior en cuanto sea necesario por razones de utilidad pública o para prevenir los perjuicios que pudieran causar".

Estos objetivos se han ido materializando en función de diversas actividades:

- 1) *Desarrollo de recursos humanos.* La CNEA ha formado cuadros científicos y técnicos altamente capacitados de matemáticos, físicos, químicos, biólogos, médicos, veterinarios, geólogos, ingenieros, metalurgistas, abogados, economistas, etc. También ha formado los cuadros técnicos de apoyo: microscopistas, cartógrafos, peritos mineros, electrotécnicos, técnicos mecánicos, técnicos químicos, técnicos electrónicos, ayudantes de laboratorio, vidrieros, torneros, fresadores, matriceros, aerofotógrafos, etc. La CNEA no restringió su acción a los campos de su interés específico e inmediato (ingeniería nuclear, física nuclear, biología nuclear, mineralurgia del uranio, radioisótopos, etc.), sino que realizó grandes esfuerzos en ciertas disciplinas importantes y fundamentales para el desarrollo científicotécnico general del país, que habían sido descuidadas e ignoradas por otras instituciones, especialmente las universidades. Tal es el caso de Metalurgia, que se analiza luego en detalle.
- 2) *Desarrollo de la infraestructura material para investigación y desarrollo.* Simultáneamente a la formación de personal, se construyeron y equiparon laboratorios, plantas pilotos, fábricas, talleres, depósitos, aulas, oficinas, bibliotecas, viviendas, etc. Se organizaron servicios de administración, compras, comunicaciones, transporte, documentación, etc. Las actividades se desarrollan en la Sede Central, el Centro Atómico Constituyentes, el Centro Atómico Ezeiza, el Centro Atómico Bariloche, la Fábrica Córdoba, la Fábrica Malargüe, y las Delegaciones Regionales.
- 3) *Desarrollo de materias primas nucleares.* La disponibilidad de materias primas nucleares es fundamental para estructurar una política atómica. La CNEA inició en 1956 un plan regular y sistemático de exploraciones geológicas. Se han prospectado unos 150.000 km<sup>2</sup> (un 38% del área de interés inmediato). Se han evaluado 9.000 tn de óxido de uranio como reservas actuales y unas 15.000 tn como reservas razonablemente aseguradas. Argentina ocupa el quinto lugar en el mundo en reservas uraníferas.
- 4) *Desarrollo en seguridad nuclear.* Por ley, la CNEA es la institución encargada de proveer a la seguridad y salvaguardia del país en todo lo que se refiere a los riesgos que la energía nuclear implica para la salud y bienestar de la población. En este sentido, ha desarrollado una acción múltiple de evaluación, seguridad y control radiosanitario.
- 5) *Desarrollo de capacidad tecnicocientífica propia.* El grado de autonomía con que un país puede trazar sus planes en el complejo campo de la energía nuclear, depende fundamentalmente de la capacidad científicotécnica propia que haya sabido desarrollar. CNEA ha contribuido a ese objetivo de muchas maneras, tanto en su propio ámbito, como en el nacional.

En el ámbito propio, las acciones descritas en 1), 2) y 3) son esenciales para el desarrollo de una capacidad científicotécnica, aunque no bastan por sí solas; deben ser ejecutadas con la filosofía correcta, porque de lo contrario se podría caer en el *colonialismo científico*. Más de 1.500 trabajos científicotécnicos publicados por su personal demuestran la capacidad que se ha lo-



grado. En este sentido, pueden citarse dos ejemplos concretos: el de los elementos combustibles para reactores, que se trata en detalle más adelante, y el de los reactores nucleares.

En relación al segundo ejemplo, debe decirse que la mayoría de los reactores de investigación instalados en los países subdesarrollados ha sido fabricada en países desarrollados. Muy pocos han cumplido eficientemente la función para la cual estaban destinados. La falta de una infraestructura adecuada los transformó generalmente en "elefantes blancos". Por el contrario, la CNEA adoptó en 1957 la decisión fundamental de no construir sus reactores de investigación en el extranjero, sino de hacerlo en el país. De tal manera no sólo se dispondría de una herramienta de entrenamiento e investigación, sino que su construcción permitiría desarrollar capacidad propia en ingeniería nuclear. Así, desde el RA-1 (inaugurado el 20 de enero de 1958), pasando por el RA-0, el RA-1-modificado y el RA-2 hasta llegar al RA-3 (inaugurado el 20 de diciembre de 1967), todos los reactores han sido fabricados en el país, los últimos ya con diseño e ingeniería también nacionales. El desarrollo de esta capacidad propia en ingeniería nuclear fué muy importante en la realización del estudio de factibilidad para la Central Nuclear de Atucha (1966), primera central nuclear del país y de América Latina, ya próxima a entrar en funcionamiento.

Las contribuciones en el ámbito nacional han sido de diversa índole, respondiendo a la necesidad de que al adquirir el organismo cierta capacidad científicotécnica, debe la misma trascender a otros sectores de la sociedad. La CNEA ha apoyado estrechamente a las universidades, mediante la creación de centros, dictado de cursos de pre y posgrado, ejecución en sus laboratorios de trabajos de tesis doctorales, equipamiento y subsidios a laboratorios, cátedras, investigadores, etc. Este tipo de apoyo se extendió también a otros organismos: Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Agua y Energía Eléctrica, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Ministerio de Salud Pública, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas, Obras Sanitarias de la Nación, Gas del Estado, Ministerio de Obras y Servicios Públicos.

Parte capital de una capacidad científicotécnica propia es la existencia de una industria sólida, de alto nivel tecnológico. Para contribuir a este objetivo la CNEA creó el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI), conjuntamente con la Asociación de Industriales Metalúrgicos. Este servicio se trata más adelante en más detalle pues constituye un foco central del presente estudio.

#### b. Desarrollo de la CNEA. Problemas encontrados. El Plan Nuclear.

Es importante analizar bajo qué condiciones desarrolló la CNEA sus actividades, y cuáles han sido los obstáculos para su gestión.

El obstáculo más importante ha sido, y es todavía, la inestabilidad socio-política-económica de la Argentina en los últimos 16 años (nueve presidentes de la Nación, otras tantas revoluciones, etc.) Sin embargo, la CNEA no fue afectada en forma directa (como ocurrió con otras instituciones, como la Universidad), sino indirecta. Por el contrario, la estabilidad de la conducción de CNEA ha si-

do excepcional: sólo 3 presidentes en 20 años. El actual lleva 14 años. No ha habido interferencias con presiones políticas, persecuciones o patronazgos; no ha habido virajes bruscos en las líneas fundamentales.

Los problemas mayores producidos por dicha inestabilidad nacional, como indica J. Sábato, fueron de naturaleza administrativa: asignación y empleo de recursos, cambios en los presupuestos, dificultades de tesorería, congelación de salarios y vacantes, rigideces en las asignaciones para gastos de operación y mantenimiento, "racionalizaciones" generales, demoras en la toma de decisiones, etc. Todo ello dificultó una marcha firme y continua y produjo un clima poco apto para la creatividad. Inevitablemente muchos trabajos científicos y técnicos se detuvieron, se demoraron y a veces se interrumpieron por completo. Esta acción desgastante produjo frustración en los cuadros científicotécnicos, que sumada a la frustración general del país debida a la crisis permanente, llevó a la emigración ("brain-drain") de su personal. Esta fue notoria en algunos sectores como ingeniería nuclear, y no sólo desmanteló cuadros profesionales, sino también el de los técnicos imprescindibles.

Como el resto del país, la CNEA se debatía en la coyuntura y se preguntaba: ¿Qué queremos? ¿Adónde vamos? Preguntas acuciantes, especialmente cuando se está embarcado en una experiencia pionera: CNEA era la primera institución argentina que se proponía el desarrollo científicotecnológico autónomo en escala importante y en un campo nuevo. No había modelos adecuados para copiar y debía ir construyéndose a sí misma al mismo tiempo que construía su estrategia; y ello en un país con escasa tradición científicotécnica, débil infraestructura y sumergido en una crisis de destino.

Por su parte, los científicos y técnicos en su mayoría tampoco comprendían que en un país en crisis su responsabilidad no termina con su quehacer científico, sino que deben simultáneamente construir o modificar el marco en que tal quehacer se desarrolla. Suponían equivocadamente que Argentina era ya un país construido, donde la Ciencia y la Técnica podrían desarrollarse en forma análoga a las de los países avanzados, donde completaron su entrenamiento. Exigían una política científica coherente como prerequisite indispensable para la realización de una actividad específica determinada, en una sociedad que ya no sabía ni precisar su política municipal. Tal falacia los llevaba a exigir un orden, una seguridad y una continuidad que ningún país en crisis puede ofrecer, y que nadie podría garantizarles. Soñaban con una *estrategia para el orden*, cuando debían construir una *estrategia para la crisis*. Emigrar era una manera de encontrar la paz y la tranquilidad necesarias para sus investigaciones, pero también era una forma de escapismo a la responsabilidad social de ayudar a vencer el subdesarrollo, verdadero responsable de los males que los afligían.

En este marco general, no debe extrañar que la CNEA no haya podido ni impulsar con más vigor la creatividad científicotécnica ni utilizar con mayor eficiencia sus recursos humanos y materiales, mediante una mejor coordinación fundada en la plena identificación con los objetivos propuestos, ni realizar un acople más profundo entre algunos sectores dedicados a investigación (especialmente física y química) y los objetivos tecnológico-productivos de la CNEA, ni evitar el "brain-drain", ni tampoco montar una estructura administrativa eficiente. El perjuicio ocasionado por el conjunto de todos estos factores en el desarrollo de la energía atómica en la Argentina podría estimarse en un atraso de 5 a 8 años entre lo que se hizo y lo que se pudo haber hecho.

La toma de conciencia de estos problemas llevó a la CNEA a la formulación de un Plan Nuclear a 10 años, 1967-1977. Consideró terminado su período de preparación y obtención de experiencias propias y estimó que se hallaba en condiciones de emprender un programa de efectiva productividad basado en realizaciones de concreto interés nacional.

Las bases de este programa eran, por una parte, comprobar la existencia de reservas de uranio suficientes para respaldar un plan independiente de energía nuclear, lograr la capacidad necesaria para satisfacer la demanda interna de materia prima básica a usar como combustible nuclear, de concentrados y refinados, de control de calidad, tanto del ritmo de la producción como del costo, a base de una experiencia concreta en la competencia del mercado internacional. Por otra parte, se deseaba alcanzar una capacidad tecnológica para la fabricación de elementos combustibles, apoyada en una experiencia previa lograda a través de los resultados obtenidos con los ya construidos y que están en uso, además de la experiencia y conocimiento requeridos para una correcta evaluación de la capacidad de apoyo industrial de la actividad privada (como consecuencia de la interacción con la misma). Se reconocía como necesaria una capacidad científica y tecnológica que permitiera resolver y aconsejar en lo que a reactores y aprovechamiento de la energía nuclear se refiere, con el respaldo de realizaciones ya experimentadas y comprobadas en las que la participación exterior se limitara casi exclusivamente al asesoramiento. Asimismo, asegurar el respaldo científico tanto en capacidad como en número y posibilidades operativas; la capacidad de satisfacer la demanda interna de radioisótopos, su distribución y control, la capacidad de asegurar la tranquilidad y salvaguardia del país, en cuanto a peligros por radiación, apoyada por un plantel experimentado y competente, las vinculaciones y contactos en el orden internacional suficientes para asegurar el apoyo y asesoramiento necesarios; y la experiencia en la capacidad resolutoria y de adaptación de la industria nacional, en cuanto a sus posibilidades para realizar obras complejas, certificada por la evolución de la proporción y la calidad del aprovisionamiento local de equipos.

El Plan Nuclear ha sido actualizado para 1970-80 con los siguientes objetivos generales:

- 1) Integración de la energía nuclear a la solución de la demanda eléctrica del país.
  - 2) Desarrollo de los recursos en el campo de los combustibles nucleares.
  - 3) Promoción de las aplicaciones de los radioisótopos y las radiaciones.
  - 4) Creación de una estructura científicotecnológica con capacidad de realización propia.
  - 5) Protección a la población en lo referente a los peligros de las radiaciones.
2. **El Laboratorio de metalurgia de la CNEA. Su evolución, organización y actividades**
- a. **Creación del Laboratorio**

En 1955 la estructura de la CNEA era departamental. En enero de ese año, se

crea en el Departamento de Reactores Nucleares el Servicio de Metalurgia, que en un par de años pasa a ser la División de Metalurgia. En 1960 se reestructura la CNEA con un esquema gerencial, y se crea la Gerencia de Tecnología, que incluye al Departamento de Metalurgia y al Departamento de Desarrollo. Posteriormente, el Departamento de Metalurgia se abre en tres departamentos: Metalurgia General, Combustibles Nucleares y Servicio de Asistencia Técnica a la Industria; con el grupo de enseñanza y entrenamiento a nivel de División. Esta es prácticamente la organización actual.

La producción y utilización de energía nuclear exige el desarrollo y empleo de conocimientos y técnicas metalúrgicas del más alto nivel. Esto es particularmente cierto en el caso de un reactor nuclear, ya sea de investigación o de potencia. La gama de problemas metalúrgicos va desde la pureza que debe tener el uranio o el óxido de uranio para que la reacción en cadena no se detenga, hasta la resistencia mecánica del recipiente de acero que contiene al núcleo del reactor; desde las numerosas y complejas etapas de fabricación de los elementos combustibles hasta la resistencia a la corrosión de los diversos componentes; desde las propiedades físicas fundamentales de los distintos metales, aleaciones y óxidos que se utilizan en el reactor (densidad, conductividad térmica y eléctrica, etc.) hasta las técnicas más aptas de fundición, forjado, laminación, sinterización, etc. necesarias para su manufactura. Un reactor nuclear es uno de los universos metalúrgicos más complejos y comprometidos que puedan imaginarse. La CNEA, en función de lo expuesto, se planteó un objetivo: instalar un laboratorio capacitado para resolver los problemas metalúrgicos nucleares.

En esos momentos la disciplina metalúrgica en la Argentina sólo había alcanzado un desarrollo incipiente. Pese a la importancia que ya había adquirido la industria metalúrgica liviana y semipesada (había comenzado la producción de automotores; en el sector de máquinas herramientas se exportaban tornos; era alta la producción de refrigeradoras, máquinas de lavar, etc.), en ninguna de las universidades argentinas existía la carrera de ingeniería metalúrgica, su especialización o posgraduación. No se efectuaba investigación metalúrgica organizada, sistemática y moderna en ningún laboratorio estatal, universitario o privado. En los dos o tres laboratorios en que se efectuaba alguna actividad metalúrgica, se reducía fundamentalmente al control de calidad y no tenían personal con dedicación exclusiva. Por consiguiente en el campo de la metalurgia nuclear la CNEA debía partir prácticamente de cero.

A nivel internacional la metalurgia había sufrido el impacto de la física del sólido y de los nuevos equipos desarrollados en la década del 40, y se transformaba de una actividad esencialmente empírica y descriptiva en una disciplina con fundamentos científicos cada vez más firmes.

La CNEA ya había comenzado a producir uranio y completaba en Ezeiza la instalación de una fábrica de lingotes de uranio metálico. Frente a esa necesidad concreta y los objetivos enunciados, la CNEA podría haber olvidado el estado general de desamparo de la metalurgia y aplicado todo su esfuerzo a su problema: formar personal en metalurgia nuclear con destino a sus laboratorios. La receta era relativamente sencilla: copiar alguno de los buenos laboratorios del mundo (como Argonne National Laboratory de Estados Unidos, Harwell de Inglaterra, Saclay de Francia, etc.), enviar becarios a esos centros y contratar expertos en metalurgia nuclear que enseñaran el trabajo en esa disciplina.



Frente a esta disyuntiva, se analizó el problema con un enfoque propio y en función de la realidad del país, llegándose a una estrategia radicalmente diferente, al tener en cuenta que: 1) académicamente, la metalurgia nuclear no es más que una rama de la metalurgia, 2) la capacitación e investigación en metalurgia son importantes para el desarrollo general del país, y en particular para el de su industria electro-mecánica-metalúrgica, sector fundamental en la construcción, instalación y operación de reactores nucleares, 3) la importante inversión en hombres, equipos y edificios que debe realizarse para poner en funcionamiento laboratorios adecuados para resolver los complejos problemas nucleares, que conjuntamente con la astronáutica son *tecnologías de avanzada*, será socialmente mejor empleada si su utilización no se restringe al solo campo de la metalurgia.

La decisión adoptada tuvo diversos aspectos. Se comenzó por capacitar al personal con una sólida formación en metalurgia general moderna. Simultáneamente, se trató de promover el desarrollo de actividades académicas de capacitación e investigación en todo el ámbito de la metalurgia. La característica fundamental del laboratorio debía ser la *creatividad*; aunque se comenzara copiando, el objetivo era llegar a desarrollos originales. La decisión también contempló la instalación y organización de laboratorios en forma tal que, simultáneamente con los trabajos específicos de metalurgia nuclear, estuviesen en condiciones de cooperar con las universidades y la industria en otras investigaciones y desarrollos metalúrgicos. Por otra parte, se buscó establecer un orden de prioridades: 1) recursos humanos y formación del personal; 2) equipos e instalaciones, y 3) edificios. Lamentablemente, en Argentina y América Latina en general, todo proyecto comienza por los edificios, sigue con los equipos y termina, o no termina, con el personal.

Así, el laboratorio se inició sin metalurgistas: con un profesor de física, metalurgista de oficio, un ingeniero electromecánico, otro aeronáutico, varios ingenieros químicos, algunos licenciados en química y un ingeniero civil. En este conjunto, al decir de Sábato, "nadie era discípulo de nadie".

En marzo de 1955 comenzó el primer curso de posgrado en metalurgia aprovechando los contados metalurgistas de oficio existentes en la industria. A fines de ese año, salen los primeros profesionales a perfeccionarse (o quizás a formarse) en el exterior: Universidad de Birmingham (Inglaterra), Imperial College de Londres (Inglaterra), Max Planck Institut für Metallforschung (Stuttgart, Alemania), Ecole des Mines de Paris (Francia). Dos años después se agregan también el Argonne National Laboratory y la Universidad de Illinois (Estados Unidos).

Con respecto al equipamiento del laboratorio, máquinas, equipos e instrumentos, fueron adquiridos teniendo en cuenta el objetivo de poder atacar problemas muy diversos, por lo que el énfasis estuvo en la variedad y flexibilidad, más que en la especificidad. Las prioridades fijadas provocaron la consecuente carencia inicial de locales. Recién en 1959 se consiguió un galpón (que se había construido en el Centro Atómico Constituyentes, para depósito de automotores), que no resultaba funcional para los trabajos de investigación y desarrollo. Al año siguiente se obtuvieron otros dos galpones (construidos para depositar minerales de uranio) y se inició la readaptación de los dos existentes y la construcción de un bloque de laboratorios que los unía. Se había logrado ya un salto cualitativo y cuantitativo: de  $100\text{m}^2$  en diciembre de 1955 se pasó a  $1530\text{m}^2$ . Se afianzaba definitivamente el pequeño grupo que formaba el "Laboratorio de Metalurgia".

#### b. Primeros tiempos, 1955-58. Influencia de su ubicación en la CNEA

La labor de la CNEA desde 1958 se caracterizó por una gran dinamicidad, sobre todo en física y química. En física se produjo la creación del Centro Atómico Bariloche. En radioquímica se encararon las actividades de formación y entrenamiento de un pequeño grupo de químicos.

La situación en Argentina en 1954 era la siguiente:

Había escasamente una media centena de físicos, casi todos dedicados por completo a la enseñanza. Las tareas de investigación en esta materia se realizaban fundamentalmente en la CNEA (pues contaba con un acelerador lineal de 1.200 KV, un sincrociclotrón de 30 MeV, se estaba construyendo un calutrón y un espectrómetro beta, etc.), con menos intensidad en el Observatorio Astronómico de Córdoba y cada vez menos en lo que en una época había sido el excelente Instituto de Física de la Universidad de La Plata. Como en muchos países, los estudios de física recibían poca o ninguna atención en las Universidades, con recursos muy escasos, pocos profesores, pocos alumnos, pobres laboratorios. Esta situación se había agravado en los últimos años por la discriminación política que imperaba en las universidades.

Era esencial modificar radicalmente esta situación y la CNEA decidió entonces poner en marcha un programa serio, ambicioso y complejo. No bastaba con el recurso inmediato de becar en el exterior a jóvenes graduados y mantener internamente un muy buen grupo en actividad con buenos laboratorios. Estos eran muy pocos y si se quería un cambio profundo, se debía comenzar por una etapa anterior. Esto motivó la decisión de crear el Instituto de Física de San Carlos de Bariloche, imponiéndose simultáneamente algunas condiciones para asegurar la máxima eficiencia.

El personal docente (profesores titulares y adjuntos, jefes de trabajos prácticos y ayudantes) se desempeñaría a tiempo completo, debiendo, además de dictar clases, realizar trabajos de investigación. La inscripción se limitaría a unos 20 alumnos por año que como debían ser también de tiempo completo serían becados. Además personal docente y alumnos debían habitar en el mismo Instituto, para posibilitar al máximo su interacción. Se instalarían laboratorios y talleres que permitieran realizar trabajos de investigación y dar a los alumnos una sólida formación experimental. Se trataría así de pasar de "físicos de tiza y pizarra" a físicos creativos. Por otra parte, se seleccionaron a priori dos especialidades: física nuclear (como base para reactores) y física del estado sólido (como base para trabajos en las áreas de metalurgia y ciencia de materiales).

En agosto de 1955 comenzó a funcionar el Instituto (tomaba alumnos de ingeniería, química, física o matemáticas con dos años aprobados) y tres años más tarde, en 1958, egresaban los primeros 13 licenciados. El Instituto ha continuado produciendo un caudal de licenciados en física de nivel mundialmente reconocido como similar al de los egresados de las buenas instituciones de su género. Dado el sistema de estudios es obvio que su eficiencia, expresada en la proporción de egresados sobre alumnos que comenzaron el curso, es la más elevada

de América Latina. Gran parte de los egresados ha permanecido en el país. El Laboratorio de Metalurgia, desde su creación, mantuvo estrecha colaboración con el Instituto de Física, tanto en la programación y equipamiento de su División Física de Metales, como en la circunstancia de proveer ocupación a muchos de sus egresados. Cabe destacar que recién en 1960 se incorporó el primer físico a este laboratorio. En ese momento, la metalurgia aún carecía de "status" para los físicos; hoy trabajan en el laboratorio 12 doctores y 19 licenciados en física, siendo uno de los centros que emplea más físicos en todo el país.

En radioquímica las actividades de capacitación de un grupo reducido de químicos se iniciaron en 1952. Los nucleaba el Doctor Walter Seelmann Egebert. Entre 1952 y 1956 se descubrieron, con la ayuda del sincrociclotrón y del acelerador Cockroft existentes en CNEA, 12 nuevos radioisótopos, casi todos ellos de vida muy corta. De ese grupo salieron los profesionales a cuyo cargo se hallan las áreas de producción y aplicación de radioisótopos, de alto nivel internacional.

Lo realizado en estos dos campos y también en Metalurgia, demuestra que la acción de la CNEA ha estado dirigida en profundidad, en relación a su objetivo de desarrollar recursos humanos, acción fundamentada en criterios de excelencia académica empleados con amplitud de miras y dirigida a la estructuración de cuadros de alto nivel, con capacidad de operar no sólo en el marco de la propia institución sino también en otros sectores importantes para el desarrollo científicotécnico del país. Con plena justicia, puede decirse que una de las características más importantes de la CNEA en esos años fué la existencia de un ambiente creativo del más alto nivel.

Un jalón importante fue la construcción del primer reactor propio, el RA-1, decisión tomada en abril de 1957. Esto presentó un problema que excedía la capacidad de instalaciones y entrenamiento del incipiente grupo de metalurgia. Sin embargo, se consiguió superar el desafío. Los elementos combustibles para el primer núcleo del RA-1 fueron fabricados íntegramente en el Laboratorio en un tiempo record de 9 meses. Eran elementos combustibles planos obtenidos por coextrusión de  $U_3O_8$ -Al (en polvo) con cubierta de aluminio. El uranio enriquecido al 20% fue importado de Estados Unidos como óxido  $U_3O_8$ . El diseño y la ingeniería eran norteamericanos, pero se introdujeron importantes modificaciones. Posteriormente, en agosto de 1958, ese nuevo conocimiento que simplificaba la producción e introducía mejoras en el producto final, fue vendido a una importante empresa alemana. Se produjo así la primera exportación de "tecnología nuclear", hecho que tuvo una importancia fundamental al confirmar las teorías de que un grupo de investigación, que hasta ese momento no había trabajado en metalurgia nuclear, aunque tenía buena capacidad en metalurgia general, no solamente podía fabricar los elementos combustibles, sino que además podía hacer desarrollos originales.

#### c. Problemas ocasionados por la situación nacional en 1959. Decisiones adoptadas

La situación crítica del país en 1959 lo fue también para la CNEA. El costo de vida había aumentado casi un 100% en un año y los sueldos sólo un 45%. La emigración de técnicos y científicos estaba en pleno auge. Las ofertas llegaban también al Laboratorio de Metalurgia, y éste debió enfrentar la disyuntiva. Para hacerlo, se plantearon preguntas; las respuestas determinaron decididamente los 10 años futuros del Laboratorio.

- 1) *¿Por qué se hacía metalurgia? ¿Por la metalurgia en sí o porque se pensaba que podía servir al país?*
- 2) *¿Tenía sentido hacer metalurgia en un país dependiente que además se hallaba en crisis? ¿Debía ser la primera opción eliminar la dependencia? ¿Era conveniente esperar un "mínimo de estabilización"? ¿No convendría entretanto emigrar y completar la capacitación, para servir mejor al país en el futuro?*
- 3) *¿Que objetivos debería tener el Laboratorio para servir a la CNEA, si ésta carecía de objetivos? ¿Por qué no se podía trabajar? ¿Quién debía decir qué se debía hacer?*

Tras largas discusiones entre los miembros del Laboratorio, lograron aclararse los siguientes aspectos: La metalurgia era en esencia un instrumento para el cambio y la transformación del país. Se trabajaba en metalurgia no sólo por el entrenamiento recibido en esa disciplina, sino por el gusto de hacerlo. Se trataba de un compromiso con el país; la mejor forma de ayudar a cambiarlo y mejorarlo, era que cada cual atacara a fondo el problema que conocía y en el que se sentía seguro. La aplicación del conocimiento derivado de estudios serios y objetivos en un área específica, iba a permitir promover y apoyar las modificaciones estructurales que el país necesitaba. En esas condiciones, trabajar en metalurgia era una forma de luchar contra la dependencia, no en forma declamatoria, sino bien concreta, pues se procuraba crear la infraestructura científicotécnica que permitiera obtener autonomía y capacidad propia de selección y decisión. *El esperar a vencer la dependencia para luego hacer tecnología* es una de las formas más peligrosas del escapismo. La crisis en la Argentina no era un estado de excepción, transitorio, anormal, patológico; la crisis era el estado normal y permanente, como lo demuestran los últimos 40 años. Esa era la Argentina en la que se debía trabajar y esa la realidad que se quería y debía cambiar (aunque sólo fuera en el área restringida, elegida como propio campo de batalla). Finalmente se vió claro que si la CNEA no tenía capacidad de definir sus objetivos, ello no eximía de la responsabilidad de definir los del Laboratorio. Esa falta de objetivos precisos podía considerarse una ayuda en las primeras etapas de formación y crecimiento, aunque no dejaba de ser suicida para un Laboratorio que debe hallarse en régimen al empezar a trabajar, hacerlo en esas condiciones.

La solución que se halló fue hacer investigación y desarrollo en metalurgia al más alto nivel; la meta era llegar a tener un laboratorio de importancia mundial dado que existía capacidad para ello. Se decidió no emigrar sino al estar forzado al exilio, y hacer que los profesionales y técnicos se dedicaran por completo, a pesar de la poca retribución con que podían contar por el momento. Ante estas exigencias, algunos profesionales abandonaron el reducido plantel. No obstante, ninguno de ellos emigró, y no por falta de propuestas. Obraron en función de una estrategia o "filosofía" muy clara, decididamente compartida por todos los integrantes.

En esos momentos críticos, se recibió un único apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, creado en 1958, que por entonces mantenía el empuje inicial dado por el Doctor Bernardo Houssay. Se otorgaron amplios subsidios por dos años (1960 y 1961) a los investigadores principales del laboratorio, con la presteza que era menester. La burocratización posterior de esta institución le impidió seguir actuando así en otros casos.



#### d. Evolución posterior a 1959

Con objetivos y estrategia clarificados y con el paliativo de los subsidios acordados, el Laboratorio inició su etapa de *profesionalismo*, atacando con gran dinámica una serie de actividades de envejecadura.

- 1) En noviembre de 1959, el Laboratorio organiza, conjuntamente con la Sociedad Argentina de Metales,<sup>27</sup> las "Primeras Jornadas Metalúrgicas", que tuvieron relieve latinoamericano y fueron la primera oportunidad de discusión amplia sobre la especialidad, para metalurgistas de laboratorio, de universidades y de la industria.
- 2) Como ya se indicara, en julio de 1960 se traslada el Laboratorio al Centro Atómico Constituyentes. La crisis de 1959 había dejado un profundo descontento en la Comisión, por lo cual ese alejamiento fué altamente beneficioso para la etapa de trabajo duro que se avecinaba.
- 3) El 21 de marzo de 1961 se firma un convenio entre la CNEA y la Asociación de Industriales Metalúrgicos, creando el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria Metalúrgica.
- 4) En noviembre de 1961 se organiza el "Primer Coloquio Latinoamericano de Pulvimetalurgia", con la colaboración y asistencia de expertos extranjeros y de prácticamente toda la industria argentina en ese ramo.
- 5) En marzo de 1962 se inicia el "Primer Curso Panamericano de Metalurgia". La experiencia obtenida en los dos cursos de posgrado anteriores (1955/56 y 1959/60) demostró la necesidad de continuar esa actividad, y de extenderla a nivel latinoamericano. Asistieron 13 graduados latinoamericanos de 8 países. Hasta la fecha se han dictado siete cursos panamericanos de este tipo.
- 6) En abril de 1962 se organiza el "Coloquio Internacional sobre el Impacto de la Metalurgia Física en la Tecnología". Su propósito fue evaluar el estado en que se encontraba y trazar la estrategia más adecuada para *transferir* el conocimiento metalúrgico al sector productivo. Asistieron al mismo personalidades mundiales en la materia,<sup>28</sup> y metalurgistas argentinos como observa-

<sup>27</sup>La Sociedad Argentina de Metales fue creada en 1955. Muchos integrantes del Laboratorio se encontraban entre sus fundadores y consiguieron darle la tónica de una sociedad estrictamente profesional en los aspectos científicos y técnicos de la metalurgia.

<sup>28</sup> Entre otros se contaban W. Baldwin (Case Inst. of Technology, EUA), W. Boas (University of Melbourne, Australia), T. Broom (Central Electricity Research Lab., Inglaterra), J. Burke (General Electric Research Laboratory, EUA), R. W. Cahn (University of Birmingham, Inglaterra), B. Chalmers (Harvard University, EUA), L. C. da Silva (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil), J. Harwood (Research Laboratory of Ford Motor Co., EUA), J. P. Howe (Cornell University, EUA), S. T. Konobeiski (Academia de Ciencias, URSS), I. I. Kornilov (Academia de Ciencias, URSS), W. Köster (Max Planck Institut, Alemania), R. Maddin (University of Pennsylvania, EUA), A. G. Quarrell (University of Sheffield, Inglaterra), J. A. Sábato (CNEA, Argentina), C. S. Smith (Massachusetts Institute of Technology, EUA), A. H. Sully (British Steel Casting Research Association, Inglaterra) y M. Tanenbaum (Bell Laboratories, EUA).

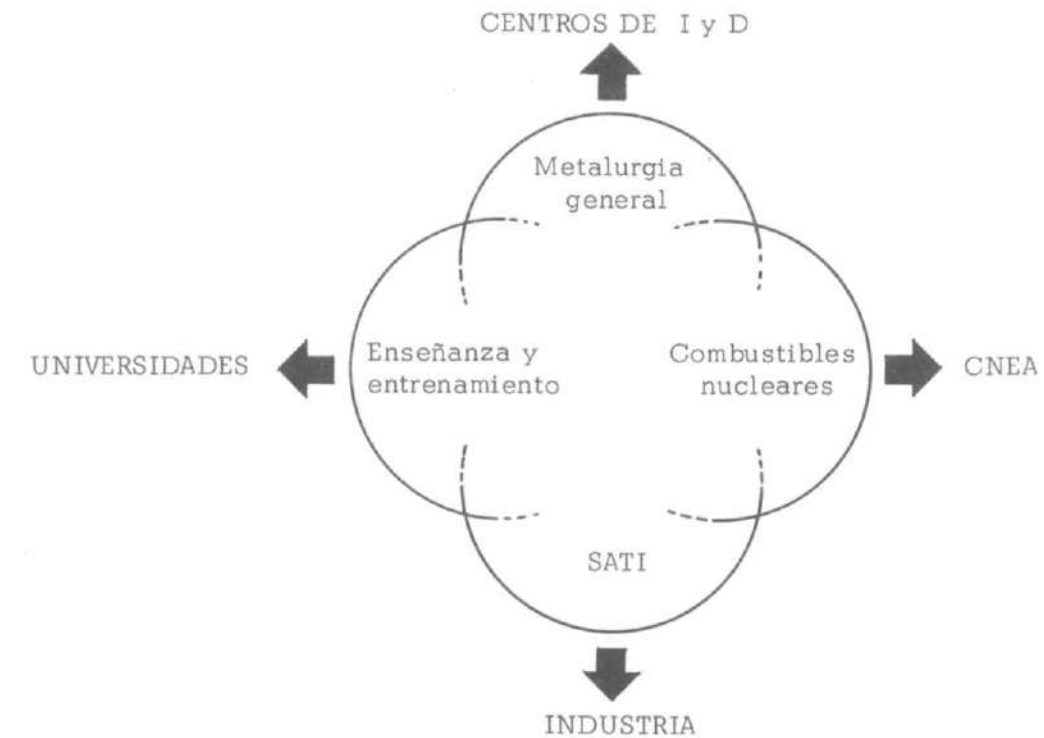


Figura 2. Interacción entre los grupos del Laboratorio de Metalurgia de la CNEA.

dores. Su importancia en reafirmar la corrección de los lineamientos trazados para el Laboratorio fue inapreciable, puesto que eran especialistas extranjeros que los ratificaban.

Para completar este panorama de actividades se menciona brevemente que el Laboratorio ha publicado más de 150 artículos en las revistas más importantes del mundo en la materia, se han presentado casi 200 comunicaciones a conferencias, seminarios y congresos nacionales e internacionales, y que a través del Programa Multinacional de Metalurgia (OEA/CNEA) se han impreso 90 títulos de apuntes de curso, conferencias, informes y revisiones de las áreas comprendidas desde 1969. Por otra parte, se han realizado investigaciones por contrato y recibido subsidios de buen número de instituciones, entre ellas:

Air Force Office of Scientific Research (Estados Unidos)  
Army Research Office (Estados Unidos)  
Atomic Energy Commission (Estados Unidos)  
Comando de Operaciones Navales (Argentina)  
Commissariat a l'Énergie Atomique (Francia)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)  
Ford Foundation (Estados Unidos)  
Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA, Argentina)  
International Atomic Energy Agency (IAEA)  
National Science Foundation (Estados Unidos)  
Office of Naval Research (Estados Unidos)  
Organización de los Estados Americanos (OEA)

e. Organización del Laboratorio

El Laboratorio cuenta con cuatro grupos dependientes de la Gerencia de Tecnología de la CNEA:

- Departamento de Metalurgia General
- Departamento de Combustibles Nucleares
- Departamento de Servicios de Asistencia Técnica a la Industria (SATI)
- Grupo de Enseñanza y Entrenamiento.

La fuerte interacción que existe entre estos grupos se expresa gráficamente en la figura 2, en la que se ha reflejado la imposibilidad de delimitar con precisión el área que corresponde a cada uno. Existe una acción de espectro continuo entre ellos, con zonas de superposición, que solamente pueden diferenciarse en el área de competencia específica respectiva. La distinción se establece principalmente por el sector de influencia de cada uno de estos Departamentos, en cuya relación actúa como coordinador.

El Departamento de Metalurgia General mantiene relaciones con centros de investigación y desarrollo nacionales y extranjeros. En ambos casos su función principal es prestar asistencia científicotécnica y promover programas de interés común. El de Combustibles Nucleares se halla en relación directa con los intereses específicos de la CNEA y de Comisiones de Energía Atómica extranjeras. El S.A.T.I. constituye la relación natural con la industria en especial con los sectores metalúrgico y metalmeccánico. El Grupo de Enseñanza y Entrenamiento abarca las actividades específicas de formación de profesionales en las áreas involucradas, y las relaciones con las universidades del país o del exterior.

Un breve análisis de las áreas de superposición de los Departamentos, permite apreciar la continuidad del espectro de actividades.

Entre Metalurgia General y Combustibles Nucleares se produce la investigación y desarrollo sobre metalurgia nuclear, fundamentalmente en el campo de los materiales de interés nuclear y de los procesos, ambos de extraordinaria importancia. Por ejemplo, el desarrollo de la tecnología del zircalloy y la soldadura de recipientes de presión. La relación entre Combustibles Nucleares y Entrenamiento y Enseñanza se manifiesta en el dictado de cursos específicos sobre metalurgia nuclear, con miras a formar los profesionales que posteriormente trabajarán en Ingeniería de Combustibles Nucleares. Entre Enseñanza y Entrenamiento y el S.A.T.I. los cursos se refieren a la actualización y especialización del personal profesional de la industria. A su vez, el S.A.T.I. con Metalurgia General, proveen la investigación y desarrollo necesarios para la industria metalúrgica y metalmeccánica, actuando como enlace entre la oferta y la demanda de tecnología.

En forma similar, entre Metalurgia General y Enseñanza y Entrenamiento se da un área de superposición en el dictado de cursos de actualización para investigadores, la coordinación de las tareas de seminarios finales y trabajos de doctorado en física, química o ingeniería. La relación se establece además entre

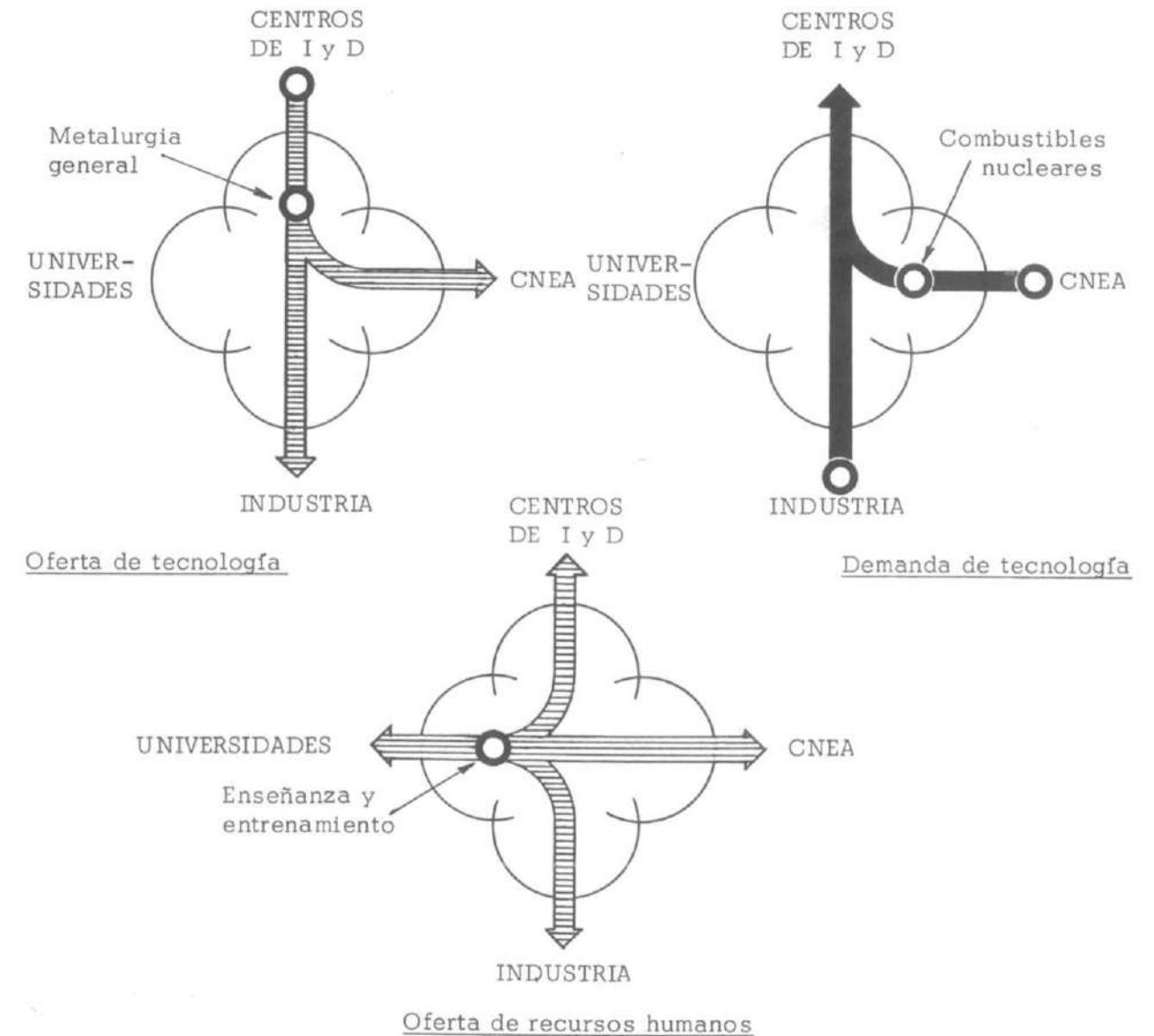


Figura 3. Flujos de oferta y demanda de tecnología del Laboratorio de Metalurgia de la CNEA.

Combustibles Nucleares y el S.A.T.I., pues una parte importante de las actividades del servicio a la industria la constituye el seguimiento de los grandes componentes del circuito primario de los reactores de potencia (como en la Central Nuclear de Atucha), la determinación de las componentes en que la industria nacional tiene capacidad de ejecución, la fijación del máximo *costo social* admisible de esos componentes, el asesoramiento a la incipiente industria nuclear argentina, etc.

La superposición también se da entre más de dos Departamentos. Entre Metalurgia General, Combustibles Nucleares y Enseñanza y Entrenamiento, se hallan los cursos de metalurgia relacionados con el aspecto nuclear, como los de fatiga, corrosión, daño por irradiación, creep, etc. Entre Combustibles Nucleares, Enseñanza y Entrenamiento y el S.A.T.I. se llevan a cabo cursos y actividades de capacitación con énfasis en los aspectos de Ingeniería, tanto de reactores como de elementos combustibles. Tal es el caso del diseño de reci-



pientes de presión, de elementos combustibles, técnicas de fabricación, etc. Finalmente, entre Enseñanza y Entrenamiento, el S.A.T.I. y Metalurgia General se desarrollan las tareas de investigación y desarrollo destinadas a la industria en general, con énfasis en los aspectos de formación y de entrenamiento.

Este análisis de las actividades de los grupos componentes del Laboratorio y de su interdependencia pone en evidencia además el tipo de relaciones que se producen entre la institución en conjunto y los cuatro sectores externos. Estas relaciones son de oferta o de demanda, tanto de tecnología como de formación de recursos humanos. Las direcciones en que se encauzan estos flujos se representan en la figura 3. Puede apreciarse que la oferta de tecnología se genera en el Departamento de Metalurgia General y en los centros de I y D nacionales y extranjeros, y que ésta se dirige a la industria y a la propia CNEA, de quien depende el Laboratorio. En la demanda esta corriente se invierte, proveniente de la industria, de la CNEA y del Departamento de Combustibles Nucleares, que es el pilar central en sus metas de desarrollo, y de allí pasa a los centros de I y D. En el campo de los recursos humanos, la institución genera una oferta que fluye hacia todos los sectores.

Debe tenerse presente que en este cuadro organizativo funcional del Laboratorio se han omitido muchos detalles de interés, que aparecerían si el análisis se hiciera a nivel de la organización interna de cada departamento. En el cuadro 6 se muestra la subdivisión de los distintos servicios y sus campos específicos, del Departamento de Metalurgia General, que agrupa más de la mitad del personal científico y técnico del Laboratorio, para ilustrar sobre esta complejidad.

#### f. Crecimiento de los recursos humanos del Laboratorio

En el cuadro 7 se aprecia la evolución del Laboratorio en términos de personal en un período de 15 años. Los totales indican que se ha producido un franco crecimiento, de 23 en 1956 a 252 en 1971. Sin embargo, el crecimiento del personal técnico muestra un proceso distinto al general, que se hace evidente al observarlo en la figura 4, obtenida de graficar los mismos valores del cuadro. Se nota desde 1968 una desproporción entre profesionales y técnicos, debido al ingreso de los profesionales que tomaron los Cursos Panamericanos de Metalurgia, que se detallan en el cuadro 10 de la sección siguiente, incorporación que no fue acompañada por las medidas para la formación de técnicos necesarias para que la proporción se mantenga. La disminución se acentuó al pasar algunos técnicos a desempeñarse como profesionales al término de sus estudios universitarios.

En el mismo cuadro 7 el proceso de crecimiento se indica también en términos de la superficie de edificación del Laboratorio, para complementar el panorama con una idea de la importancia de los recursos que disponía la institución, que en este rubro eran aproximadamente un millón de dólares. En el cuadro 9 se muestra en mayor detalle la distribución de la superficie cubierta en 1971. El total del equipo e instrumental para atender las tareas de investigación y desarrollo, y las de producción de elementos combustibles, se halla próximo a 2.500.000 dólares.

En la figura 5 se muestra la evolución del personal en los departamentos de Metalurgia General, Combustibles Nucleares y SATI. La fuerte pendiente observada en la curva de Metalurgia General se interrumpe prácticamente en 1969. Se debe esto a la excesiva cantidad de personal que recibió entrenamiento en ese Departamento, dado que recién en 1969 se reduce la admisión a sólo un número

Cuadro 6. Servicios componentes del Departamento de Metalurgia General

<p><u>Grupos de investigación</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aceros. Propiedades mecánicas en aceros de baja aleación.</li> <li>2. Corrosión.</li> <li>3. Daño por irradiación.</li> <li>4. Deformación plástica y plasticidad.</li> <li>5. Difracción de rayos X.</li> <li>6. Difusión.</li> <li>7. Fatiga.</li> <li>8. Gases en metales.</li> <li>9. Soldadura.</li> <li>10. Solidificación y fundición.</li> <li>11. Trabajo mecánico.</li> <li>12. Transformaciones de fase y tratamientos térmicos.</li> </ol>	<p><u>Servicios tecnicocientíficos</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de gases en metales.</li> <li>2. Análisis químico.</li> <li>3. Computación.</li> <li>4. Ensayos mecánicos y extensometría.</li> <li>5. Ensayos no destructivos.</li> <li>6. Informática.</li> <li>7. Instrumentación.</li> <li>8. Laminación.</li> <li>9. Metalografía (óptica y electrónica).</li> <li>10. Microsonda.</li> <li>11. Rayos X.</li> </ol> <p><u>Servicios técnicos generales</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Taller mecánico.</li> <li>2. Taller de vidrio.</li> <li>3. Servicio de electrónica.</li> <li>4. Servicio de vacío.</li> </ol>
--	---

de profesionales igual al que concluye su entrenamiento o posgrado, lográndose así un régimen estacionario. Por el contrario, en la curva de Combustibles Nucleares se aprecia que se trata de una actividad en plena expansión, por lo empinado de la pendiente hacia fines del período. El SATI, por razones que se exponen más adelante, no contaba con la capacidad de incorporación de personal necesario para una expansión que acompañe el crecimiento general. Recién en la actualidad se está preparando para ello.

La distribución hacia fines de 1971 del plantel básico de profesionales (principal, posdoctoral y otros) se indica en el cuadro 8. Teniendo en cuenta sólo los títulos obtenidos en Argentina, dado que varios de los ingenieros han obtenido títulos de posgrado en el exterior, los porcentajes de distribución son: 27% de Físicos, 17% de Químicos y 56% de Ingenieros. Al pie del cuadro, en la distribución por nivel, se ve que el total de principal y posdoctoral del Laboratorio es un 33% del plantel, cifra que no alcanzó mayor magnitud pues recién en 1970 se ha conseguido la implantación del Doctorado en Ingeniería en Argentina.

#### g. Actividades de enseñanza y entrenamiento

La formación de recursos humanos tanto en el ámbito nacional como en el internacional, se consideraba primera prioridad en la estrategia del Laboratorio, razón por la cual merece un tratamiento más amplio en esta descripción. Se hace a continuación un análisis de seis tipos principales de actividades desarrolladas por el Laboratorio para implementar la política en este campo, al que se asignaba tanta importancia.

1) *Cursos de posgrado:* destinados a dar formación metalúrgica a graduados universitarios en las disciplinas de física, química, ingeniería, etc. Se han dictado hasta el presente nueve cursos, considerándose que ésta es una de las actividades más importantes realizadas. Se iniciaron con un Curso para

Cuadro 7. Evolución del personal del Laboratorio de Metalurgia de la CNEA, 1956-1971.

	1956	Mar/59	Jul/63	Ago/66	Set/67	Set/68	Jul/69	Nov/70	Dic/71
<b>PROFESIONALES</b>									
Principales	1	1	8	11	12	13	12	12	13
Posdoctoral		8	2	6	8	12	16	20	22
Otros	15	8	8	18	15	25	39	62	69
Asesores		2	3	4	5	3	2	2	3
Investigadores asociados	1		1	10	5	3	7	12	10
Becarios de posgrado	2	4	23	20	25	24	34	33	37
<b>TOTAL PROFESIONALES</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>44</b>	<b>66</b>	<b>69</b>	<b>82</b>	<b>111</b>	<b>141</b>	<b>154</b>
<b>TECNICOS</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>43</b>	<b>47</b>	<b>59</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
<b>ADMINISTRATIVO Y MAESTRANZA</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>38</b>	<b>36</b>
<b>TOTAL*</b>	<b>23</b>	<b>35</b>	<b>78</b>	<b>108</b>	<b>139</b>	<b>165</b>	<b>204</b>	<b>241</b>	<b>252</b>
<b>SUPERFICIE OCUPADA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>180</b>	<b>615</b>	<b>1530</b>	<b>1805</b>	<b>2470</b>	<b>3360</b>	<b>4085</b>	<b>4800</b>	<b>5830</b>

\*Incluye personal contratado.

Fuente: C N E A

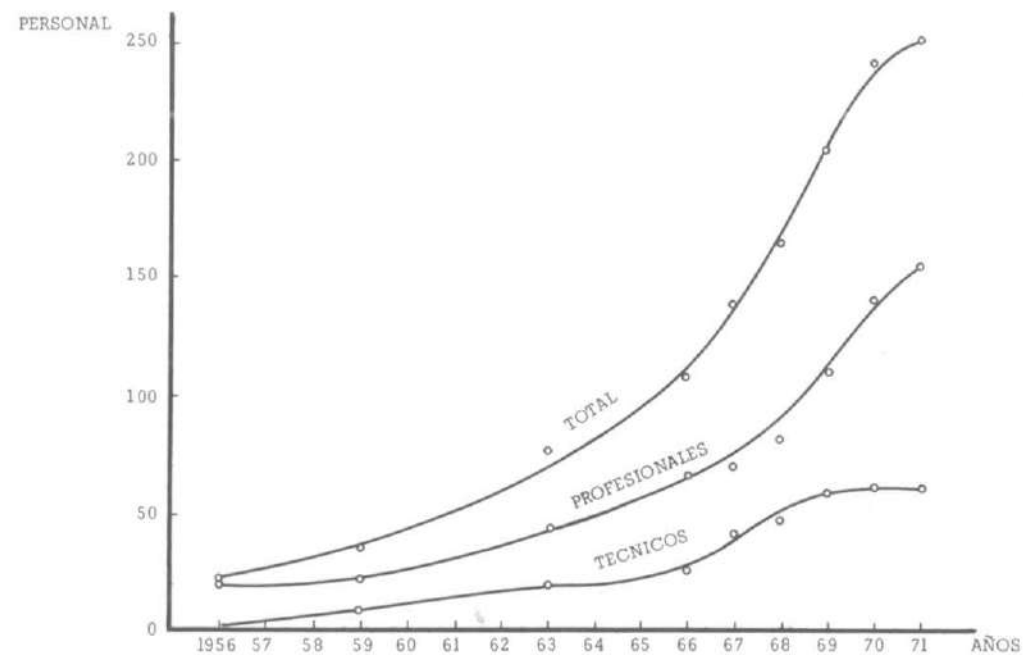


Figura 4. Evolución del personal del Laboratorio de Metalurgia de la CNEA, 1956 - 1971. Fuente: CNEA.

PERSONAL

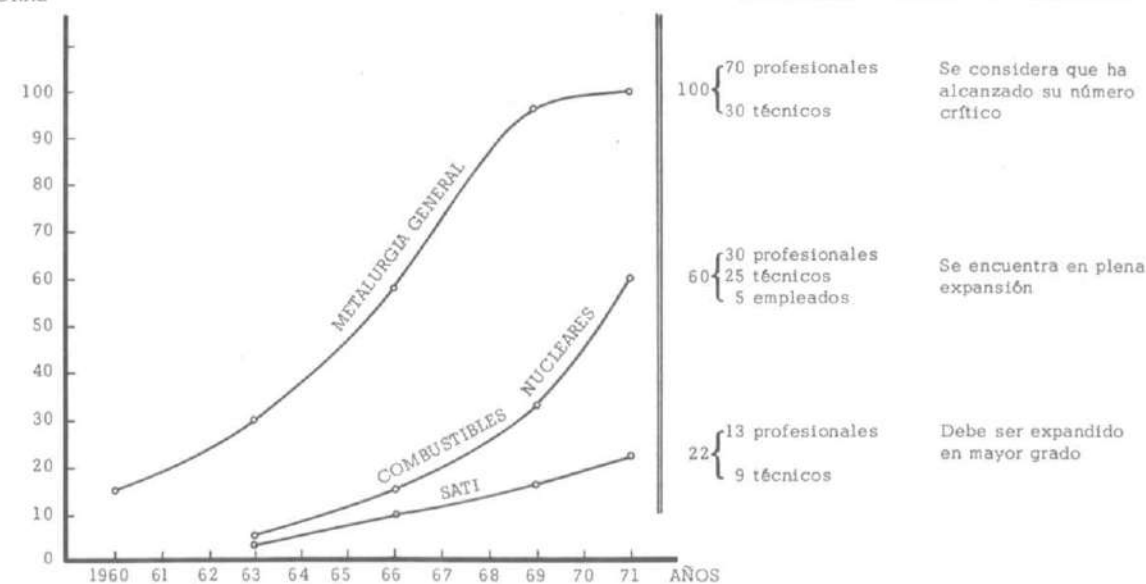


Figura 5. Evolución del personal de los Departamentos de Metalurgia General, Combustibles Nucleares y SATI, 1960 - 1971, y su situación al fin del período. Fuente: CNEA.

Cuadro 8. Distribución del personal profesional del Laboratorio, por disciplina y nivel, al 15 de diciembre de 1971.

I. DISCIPLINA*		II. NIVEL		
		Principal	Posdoctoral	Total
Físicos: 28 (27%)	Doctores 12 Licenciados 15 Profesores 1	Dr. en Química 3	5	8
Químicos: 18 (17%)	Doctores 8 Licenciados 10	Dr. en Física 2	10	12
Ingenieros: 58 (56%)	Químicos 16 Mecánicos 18 (incluye: electromecánicos, mecánicos y electricistas)	Equivalente a Doctor Ingeniero 8	7	15
	Metalúrgicos 9 Electricistas 7 (incluye electrónicos)			
	Industriales 4 Civil y Aero-náuticos 4			
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>22</b>
		Porcentaje del total de profesionales	12	21
				33

\* Se consideran sólo los títulos obtenidos en Argentina.

Nota: El doctorado de Ingeniería recién se implantó en Argentina en 1970.

Fuente: CNEA.

Cuadro 9. Distribución de la superficie cubierta del laboratorio en diciembre de 1971.

DESTINO	Superficie	
	m <sup>2</sup>	%
1. Laboratorios	1.767	30
2. Biblioteca, aulas y cuartos de estudio	623	11
3. Oficinas	68	3
4. Planta piloto, talleres y depósitos	2.583	44
5. Pasillos, sanitarios, etc.	700	12
<b>TOTAL</b>	<b>5.829</b>	<b>100</b>

Fuente: CNEA

Graduados Universitarios, de julio de 1955 a octubre de 1956, en el que se capacitaron los que integrarían el futuro plantel del Laboratorio; seguido por otro para Graduados Universitarios, de marzo de 1959 a junio de 1960. La experiencia adquirida en estos dos primeros cursos integrales mostró la conveniencia de poner en marcha un plan permanente de enseñanza, cuya participación se extendió a individuos de otros países americanos, iniciándose así los *Cursos Panamericanos de Metalurgia*. Estos cursos comprenden un período de 10 meses, de marzo a diciembre, y son los siguientes:

- Curso Panamericano de Metalurgia Nuclear, 1962.
- Segundo Curso Panamericano de Metalurgia Nuclear, 1965
- Tercer Curso Panamericano de Metalurgia, 1967
- Cuarto Curso Panamericano de Metalurgia, 1968
- Quinto Curso Panamericano de Metalurgia, 1969
- Sexto Curso Panamericano de Metalurgia, 1970
- Séptimo Curso Panamericano de Metalurgia, 1971

Se aprecia en el cuadro 10 la distribución por país de los asistentes a los Cursos Panamericanos de Metalurgia. La proporción de los participantes y egresados argentinos se mantuvo siempre preponderante. Por otra parte, teniendo en cuenta el número de egresados en la especialidad metalúrgica en los diversos institutos en que se dictan o se efectúan estudios de posgrado en la Argentina, que se presentan en el cuadro 11, se destaca la importancia que ha tenido y tiene la CNEA en este campo del sistema educativo universitario; ha contribuido con 67 estudiantes argentinos y 74 latinoamericanos.

2) *Cursos de reciclado para el personal profesional de la industria:* Posibilitan la actualización y especialización de los profesionales que se han desempeña-

Cuadro 10. Composición de los Cursos Panamericanos de Metalurgia.

PAIS	PROGRAMA MULTINACIONAL DE METALURGIA																									
	1º curso		2º Curso		3º curso		4º curso		5º curso		6º curso		7º curso		TOTALES		8º curso									
	S	P	E	S	P	E	S	P	E	S	P	E	S	P	E	S	P	E	P							
Argentina	22	3	3	9	3	1	29	10	9	27	8	7	82	16	14	18	11	11	18	10	10	205	61	55	14	
Bolivia	2	1	1	2	1	1	2			3			4	1	1	4	1	1	2	1	1	19	5	5	2	
Brasil	10	2	2	5	3	3	4	1	1	17	2	2	4			30	3	3	8	3	3	78	14	14	1	
Colombia	10			5	2	2	17	1	1	25	2	2	13	4	4	15	3	3	12	2	2	97	14	14	2	
Costa Rica										1												1				
Cuba	2												1			2						5				
Chile	8	1	1				5	1	1	7	2	2	3	2	2	5	1	1	6	1	1	34	8	8	2	
Ecuador	1						4			5	1	1	2	1	1	4	1		2	1	1	18	4	3	1	
El Salvador							1						1	1	1							2	1	1	1	
Estados Unidos				2	2	2	3	1	1	2												7	3	3		
Haití	3	1	1																			3	1	1		
Honduras														1	1	1	2	1	1				3	2	2	
México	9	3	3	9	2	2	3	1		2	1	1	2			3	1	1	5	2	1	33	10	8	3	
Nicaragua	3	1	1																			3	1	1		
Paraguay													1									1				
Perú	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	8			10	2	2	27	7	7	1	
R. Dominicano														1	1	1							1	1	1	
Uruguay							3			1			2						1			7				
Venezuela													1			3	2	2	4	3	3	8	5	5	1	
España										1	1	1										1	1	1		
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>33</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>73</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>93</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>118</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>94</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>70</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>553</b>	<b>138</b>	<b>129</b>	<b>29</b>	

S Solicitudes  
P Participantes  
E Egresados

Nota: Del 1º al 4º Curso egresaron 56 (20 argentinos y 36 de otros países). Promedio: 14 egresados por curso. Del 5º al 7º Curso egresaron 73 (35 argentinos y 38 de otros países). Promedio: 24 egresados por curso. Los egresados del 1º al 7º Curso (1962-1971), más los participantes del 8º Curso (1972) suman 158 (69 argentinos, 85 de América Latina, 3 de Estados Unidos y 1 de España). Promedio: 20 egresados por año.

Fuente: CNEA

Cuadro 11. Egresados con especialidad Metalúrgica en Argentina, 1956-1971

TITULO	INSTITUCION	1956	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	Total	
Ingeniero	Fac. Ingeniería - UN de La Plata	-	-	2	-	2	-	-	1	3	2	5	9	3	3	2	7	39	
	Fac. Ingeniería - U Católica de Córdoba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	6	4	4	10	29	
Metalúrgico	Instituto Tecnológico, Buenos Aires. 1/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	2	-	-	-	6	
	Fac. Regional Buenos Aires. U Tec. Nac.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1	6	4	5	19	
Estudio de	Fac. Ingeniería - UN de Buenos Aires	-	-	-	-	-	-	9	3	2	2	-	-	-	-	1	1	18	
Posgrado (otorga certificado)	Depto. Metalurgia - CNEA	8	-	-	-	4	-	13	-	-	12	-	14	17	24	24	25	141	
	Inst. Sup. Est. Met. -S.A.M. 1/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	7	
<b>SUB - TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>37</b>	<b>42</b>	<b>48</b>	<b>259</b>	
Ingeniero Mecánico (orientación metalúrgica) (6 materias)	Fac. Ingeniería U. N. de Rosario	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5	9	7	9	14	8	59
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>14</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>46</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>318</b>	

Nota: El Dpto. de Metalurgia de la CNEA ha contribuido con el 54,5% de los 259 graduados de carreras completas y con el 44,5% del total de los 318 egresados.

1/ Ya no se dicta.

Fuente: CNEA.



Cuadro 12. Trabajos Finales, Seminarios e Investigaciones de Doctorado Realizados en el Laboratorio, 1960-71.

Trabajos finales y seminarios:		Cantidad
INSTITUCION	Título a obtener	
ITBA	Ingeniero Metalúrgico	4
IMAF/UNCba.	Licenciado en Física	4
UNBA	Licenciado en Física	12
UNR	Licenciado en Física	4
UNLP	Licenciado en Física	1
Inst. Sup. Prof.	Profesor de Física	4
Investigaciones de Doctorado:		
INSTITUCION	Título a obtener	Cantidad
UNCuyo	Doctor en Física	6
UNLP	Doctor en Física	2
UNCba.	Doctor en Física	3
UNBA	Doctor en Física	1
UNLP	Doctor en Química	1
UNBA	Doctor en Química	7
UNS	Doctor en Ingeniería	2

Fuente: CNEA

MINCYT - DNDTI  
BIBLIOTECA  
Dr. CARLOS MARINEZ VIDAL  
COLECCIÓN: \_\_\_\_\_  
UBIC: \_\_\_\_\_  
INVENT. N°: \_\_\_\_\_

Cuadro 13. Grado de Interacción del Laboratorio de Metalurgia con otras Instituciones del País.

INSTITUCION	DOCENCIA			INVESTIGACION		
	A	B	C	D	E	F
1. Depto. Ingeniería, U.N. del Sur	0	0	5	5	4	4
2. Fac. Ciencias, U. N. de Buenos Aires	3	4	3	3	1	3
3. Fac. Ciencias, U. N. de Tucumán	0	0	0	3	0	3
4. Fac. Ciencias, U. N. de La Plata	0	3	4	0	0	0
5. Fac. Ciencias e Ingeniería, U. N. de Rosario	4	4	-	4	5	4
6. Fac. Ingeniería, U. N. de Buenos Aires	2	-	-	0	3	0
7. Fac. Ingeniería, U. Católica de Córdoba	0	-	-	3	0	0
8. Fac. Ingeniería, U. N. de La Plata	3	-	-	4	5	5
9. Fac. Ingeniería, Química, U. N. del Litoral	0	-	-	3	0	0
10. Inst. Física Bariloche, UN de Cuyo/CNEA	4	5	5	5	5	5
11. Inst. Mat. Astr. y Física, U. N. de Córdoba	4	4	4	5	4	4
12. Inst. Sup. Est. Metalúrgicos	2	-	-	-	-	-
13. Inst. Sup. del Profesorado, Buenos Aires	0	2	-	-	-	-
14. Inst. Técnico Buenos Aires	5	5	-	-	-	-
15. U. Tecnológica Nac. - Fac. Reg. Buenos Aires	2	-	-	0	0	2
	- Fac. Reg. Córdoba	(=) 0	-	-	-	-
	- Fac. Reg. San Nicolás	(=) 0	-	-	-	-
16. C. I. I. M. - I. N. T. I.	(=) 0	-	-	0	0	0
17. C. I. M. - I. N. T. I. / U. N. de Córdoba/IKA	(=) 0	-	-	4	0	4
18. C. I. M. C. - I. N. T. I. / U. N. de Cuyo	(=) 0	-	-	0	0	0
19. D. G. F. M., Ministerio de Defensa	(=) 0	-	-	0	0	0
20. I. L. A. E., Fuerza Aérea Argentina	-	-	-	3	0	0
21. C. I. T. E. F. A., Ministerio de Defensa	-	-	-	5	5	5
22. I. M. A., U. N. de Rosario	-	-	-	0	4	0
23. I. M. A. E., U. N. de Rosario	-	-	-	4	5	4
24. I. N. T. I., Ministerio de Industria	-	-	-	0	0	4
25. L. E. M. I. T., Pcia. de Buenos Aires	-	-	-	2	0	0
26. Armada República Argentina	-	-	-	4	0	3
27. Ejército Argentino	-	-	-	3	0	0
28. Fuerza Aérea Argentina	-	-	-	3	0	0

a) Actividades

Docencia  
A - Dictado de Cursos  
B - Trabajos Finales  
C - Tesis Doctorales

Investigación  
D - Recibo de becarios  
E - Programas de Investigación Conjuntos  
F - Uso de Laboratorios y plantas

b) Cuantificación del grado de interacción con el Laboratorio de Metalurgia 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  
= : en general, no hay interacción

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por CNEA.

do durante varios años en la industria. Son cursos de corta duración (del orden de una o dos semanas), que abordan temas especiales de interés directo para el sector industrial, aprovechando en muchos casos la visita de expertos extranjeros, pero siempre bajo la coordinación de un profesional del Laboratorio. Se han dictado veintitrés cursos con un total de 398 alumnos.

- 3) *Cursos de actualización para investigadores y profesores universitarios.* Se dictan desde 1969 y su objetivo es el perfeccionamiento en temas específicos. Puede presentar las características de cursillo o de un seminario (duración entre una y dos semanas). Se procura incluir en el mismo la evaluación y discusión de programas de trabajo iniciados o a comenzar. Se han dictado trece cursos asistiendo 195 alumnos.
- 4) *Cursos universitarios:* Se ha intervenido activamente en la preparación de programas y planes de estudio, instalación de laboratorios y dictado de cursos, colaborando con universidades argentinas y latinoamericanas. En lo que respecta al *apoyo a otros centros* la contribución a la formación de recursos humanos se ha dado no solamente a través de los cursos dictados en el Laboratorio, sino de la colaboración brindada a otros institutos para el dictado de cursos regulares o especiales.
- 5) *Realización de trabajos finales y de tesis para doctorado:* Se efectúan bajo la dirección de investigadores principales del Laboratorio y según convenios o acuerdos con las universidades y centros de enseñanza. En el cuadro 12 se indica la cantidad de trabajos finales, seminarios e investigaciones de doctorado realizados en el Laboratorio desde 1960 a 1971, como también la institución ante la cual debían presentarse los trabajos. Se han efectuado y aprobado 22 tesis doctorales sobresalientes y se encuentran en ejecución 29 tesis doctorales más. Se han aprobado 30 trabajos finales o seminarios (que equivalen aproximadamente a trabajos para maestría).

Hasta la creación del Doctorado en Ingeniería en la Universidad Nacional del Sur en 1970, el máximo título académico era el de Ingeniero. Posteriormente, en 1971, se lo creó también en la Universidad Nacional de la Plata y en la Universidad Nacional de Rosario. Los dos primeros "Doctores en Ingeniería" de la Universidad Nacional del Sur terminaron sus tesis en diciembre de 1971 y son investigadores asociados brasileños del Laboratorio de Metalurgia.

- 6) *Perfeccionamiento en el exterior:* Una vez concluida la formación de posgrado del personal, se ha completado su formación en el exterior. El objetivo es que el investigador adquiera una conciencia más clara de las posibilidades reales que ofrece el Laboratorio, estimándolas adecuadamente. En muchos casos ésta es una forma de eliminar el complejo del *colonialismo intelectual* del "aquí no se puede hacer nada". Pasados los primeros años, gran parte del personal ha ido al exterior para desempeñarse como Investigador Asociado. Tanto en la actividad de formación de posgrado como en la de Investigador Asociado, se halla el personal que ha permanecido en el exterior entre uno y tres años en Alemania (6 personas en 3 institutos), Estados Unidos (24 en 17 institutos) Francia (18 en 8 institutos) Inglaterra (13 en 8) Israel (1 en 1) e Italia (3 en 2 institutos). Estas cifras no incluyen el personal enviado en relación directa con el proyecto de la Central Nuclear de Atucha, que fueron unas 22 personas.

#### h. Actividades de apoyo a otros centros e instituciones argentinas

Una valiosa contribución del Laboratorio de Metalurgia a la elevación del nivel científicotecnológico del país en esa disciplina ha sido el permanente apoyo a otros centros, ya sea en lo que hace a la formación de recursos humanos, como en la ejecución de programas conjuntos de investigación y desarrollo. Existen numerosos convenios y acuerdos de colaboración que abarcan estos dos aspectos. Han recibido algún tipo de entrenamiento metalúrgico unos 520 profesionales, que actualmente se desempeñan en:

CNEA:	115
Industrias	237
Universidades y Centros	103
Se ignora	65

En lo que sigue de esta sección se pasa revista a los centros e institutos que involucran las actividades metalúrgicas en Argentina, a los efectos de apreciar el apoyo prestado por el Laboratorio. De este rápido análisis surge la lista del cuadro 13, en la que a cada instituto se lo califica según el tipo de interacción que tiene con éste.

##### 1) Institutos de enseñanza.

*Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur:* Ha creado, por primera vez en el país, el "Doctorado en Ingeniería" (1970). En el "Laboratorio de Metalurgia" se hace investigación en metalurgia aplicada y procesos tecnológicos.

*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires:* Se hace investigación en física del sólido y metalurgia física.

*Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas, Universidad Nacional de Tucumán:* Se hace investigación en metalurgia física y aplicada.

*Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Nacional de La Plata:* Se hace investigación en física del sólido.

*Facultad de Ciencias, Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de Rosario:* Posee una "Orientación Metalúrgica" en la carrera de "Ingeniería Mecánica". Se obtiene con tres materias de la carrera básica y cuatro de la opción. En los Departamentos de "Física" y de "Química y Metalurgia" se hace investigación en metalurgia física y aplicada.

*Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires:* En la "Escuela de Ingeniería Metalúrgica" se dicta el curso de posgrado, que comprende 20 materias en horario vespertino. Al finalizar se otorga un "Certificado de Estudios". Muy pocos alumnos asisten al curso completo; la mayoría lo hace por materias aisladas, lo que caracteriza a estos cursos como de actualización o de especialización, más que de posgrado de 4° nivel. En el "Departamento de Física" se hace investigación en metalurgia física y aplicada. En el "Laboratorio de Metalografía y Ensayo de Materiales" se hace algo de asistencia a la industria.

*Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Córdoba:* Posee una carrera de "Ingeniería Metalúrgica" y excelentes laboratorios.

*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata:* Fue la primera en introducir la carrera de "Ingeniería Metalúrgica" en el país. Sus actividades se concentran en el Departamento de Mecánica. Los Laboratorios de "Metalurgia Física" y de "Metalografía y Tratamientos Térmicos" poseen excelentes equipos; efectúan investigación en metalurgia aplicada y prestan asistencia técnica a la industria.

*Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral:* El "Instituto de Metalurgia" presta asistencia técnica a la industria.

*Instituto de Física de Bariloche, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Cuyo:* Creado por convenio entre la Universidad y la C.N.E.A. Posee la especialización "Física del Sólido", dentro de la "Licenciatura en Física". En la "División Física de Metales" se hace investigación en metalurgia física.

*Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba:* Se hace investigación en física del sólido, en ciencia de materiales y en metalurgia física.

*Instituto Superior de Estudios Metalúrgicos:* Creado por la Sociedad Argentina de Metales, dictó una sola vez la "Licenciatura en Metalurgia", otorgando certificados de estudios. No continúa con esa actividad y sólo se dictan cursos de actualización o especialización aislados.

*Instituto Superior del Profesorado:* Su única actividad ha sido la ejecución de trabajos finales en el área de física metalúrgica.

*Instituto Tecnológico de Buenos Aires:* Creó la carrera de "Ingeniería Metalúrgica", de la que han resultado dos promociones y luego fue suspendida.

*Universidad Tecnológica Nacional:* Posee un "Instituto de Investigaciones" en el que se trabaja en metalurgia física y aplicada en varias áreas (física, metalurgia, etc.). Otorga el título de "Ingeniero Metalúrgico" en tres facultades: Facultad Regional Buenos Aires, Facultad Regional Córdoba y Facultad Regional San Nicolás.

##### 2) Centros de Investigación y Asistencia.

*Centro de Investigaciones para las Industrias Minerales (CIIM), INTI:* Efectúa investigación en metalurgia extractiva.

*Centro de Investigaciones Metalúrgicas (CIM), INTI - U. N. de Córdoba - IKA Renault:* Efectúa investigaciones en metalurgia aplicada y presta asistencia técnica a la industria.

*Centro de Investigaciones Mineras de Cuyo (CIMC), INTI - U. N. de Cuyo:* Efectúa investigaciones en metalurgia extractiva.

*Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM), Ejército Argentino:* Coordina la política siderúrgica del país. Tiene un proyecto sobre un "Instituto Argentino de Siderurgia".

*Instituto de Investigaciones Aerotécnicas y Espaciales (IIAE), Fuerza Aérea Argentina:* Posee excelentes laboratorios y efectúa investigación en metalurgia aplicada.

*Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA), Ministerio de Defensa:* Efectúa investigación básica y aplicada en metalurgia y asistencia a la industria. Posee excelentes laboratorios.

*Instituto de Matemáticas Aplicadas; Facultad de Ciencias, Ingeniería y Arquitectura de la U. N. de Rosario:* Efectúa investigación en automatización de procesos metalúrgicos y control de calidad. Presta asesoramiento a la industria.

*Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras; Facultad de Ciencias, Ingeniería y Arquitectura de la U. N. de Rosario:* Efectúa investigación en metalurgia aplicada y presta asesoramiento a la industria.

*Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Ministerio de Industria:* en los "Laboratorios Centrales" se presta asesoramiento técnico a la industria y se efectúa investigación en mecánica aplicada.

*Laboratorio de Ensayos de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT), Gobierno de la Provincia de Buenos Aires:* Efectúa investigación en metalurgia aplicada y asistencia técnica a la industria.

*Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI), Comisión Nacional de Energía Atómica:* El "Departamento de Metalurgia" efectúa investigación en metalurgia física y aplicada. La "División Enseñanza y Entrenamiento" dicta los "Cursos Panamericanos de Metalurgia" de 10 meses de duración. Es para egresados universitarios y exige dedicación exclusiva al curso. Extiende certificado de estudios de posgrado. Por convenios, se efectúan trabajos de doctorado. El SATI presta asesoramiento técnico a la industria.

En el cuadro 13 se ha intentado cuantificar la interacción del Laboratorio de Metalurgia de la CNEA con todas estas instituciones, especificando si poseen o no distintos tipos de actividad. Puede apreciarse que en un total de 30 instituciones, el Laboratorio: a) no tiene ninguna interacción con cinco de ellas (dos todavía no han producido Ingenieros Metalúrgicos, dos son centros de metalurgia extractiva y la última tiene características de coordinación de política y administración), b) con nueve tiene baja interacción, c) con ocho tiene mediana interacción, d) con ocho tiene muy buena interacción.

#### i. Actividades de apoyo a centros e instituciones del exterior. El Programa Multinacional de Metalurgia:

Desde 1962 las actividades del Laboratorio se extendieron al ámbito latinoamericano, fundamentalmente a través de los Cursos Panamericanos de Metalurgia, los cuales, desde 1969, pasaron a integrar un proyecto mucho más ambicioso denominado *Programa Multinacional de Metalurgia*.

Siguiendo el espíritu del punto V de la *Declaración de Presidentes de Punta del Este* de 1967, se elaboró el *Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la OEA*. Uno de los proyectos que lo integran es el *Programa Mul-*

*tinacional de Metalurgia*, que se ejecuta bajo la coordinación del Laboratorio de Metalurgia de la CNEA. Sus objetivos son:

Contribuir al desarrollo de centros latinoamericanos capacitados para realizar una labor de adiestramiento e investigación a nivel de posgrado, de utilidad regional.

Realizar investigación sobre problemas metalúrgicos de especial interés para la región, tanto en procesos como en materiales. Prestar asistencia técnica para el desarrollo o creación de nuevos centros metalúrgicos.

En respuesta a estos objetivos se definieron tres tipos de actividades: de adiestramiento, de investigación y desarrollo y actividades generales de asistencia. El primero involucra las actividades enunciadas en el punto correspondiente. En el segundo se han seleccionado cinco líneas de interés común para los países latinoamericanos, con el objeto de integrar la investigación básica, aplicada y tecnológica, tendiendo a transferir los conocimientos y experiencias adquiridos al sector productivo. Son las siguientes:

#### 1) *Solidificación y fundición de metales y aleaciones*

Objetivo: Ampliar el conocimiento científico sobre los mecanismos de solidificación y su aplicación a estructuras de fundición con mejores características operativas.

La tecnología de fundición es la más difundida en América Latina e influye por lo tanto en todas las industrias, no solamente la manufacturera, sino también la química, la agropecuaria, construcción, eléctrica, etc. Al mejorar su calidad se produce un efecto directo inmediato sobre el panorama económico. Por otro lado, se encuentra actualmente en plena evolución el estudio de los mecanismos de solidificación. Es imprescindible llevar estos conocimientos a la escala de planta piloto, con el fin de procurar entender algunos procesos empíricos, como la solidificación de lingotes y piezas. De esta línea de actividades pueden derivarse importantes cambios tecnológicos.

#### 2) *Físico-química de metales. Transformaciones de fase y tratamientos térmicos.*

Objetivo: Utilizar los conocimientos básicos de físico-química de metales, con énfasis en las transformaciones en estado sólido, para estudiar los materiales y procesos de la tecnología de los tratamientos térmicos.

Los tratamientos térmicos de piezas metálicas son una parte esencial de la industria manufacturera en general y, en tal sentido, se realizan en mayor o menor grado en todos los países del área. Constituye además un sector tecnológicamente muy dinámico; los aceros "Maraging" y el proceso "Ausforming" son ejemplos recientes del tipo de desarrollos que se obtienen cuando se aplican sólidos conocimientos básicos a la tecnología. Para obtener un mejoramiento de la calidad de los tratamientos térmicos e incorporar rápidamente los conocimientos que se están adquiriendo en este terreno, es fundamental formar un grupo científico fuerte en físico-química de metales, que también pueda servir para asesorar a otros grupos de trabajo interesados en las aplicaciones tecnológicas.



3) *Deformación plástica, plasticidad y trabajado mecánico de metales y aleaciones.*

Objetivo: Ampliar el conocimiento sobre metalurgia física y mecánica del continuo en deformación plástica, para su posible aplicación a procesos y métodos no tradicionales de trabajo.

La baja tasa de capitalización de los países del área hace que sea esencial explorar nuevas tecnologías que se apliquen a procesos en los que la inversión de activo fijo sea mínima. La deformación por explosivos, por ultrasonido, por compresión hidrostática, etc. presentan esas características.

4) *Metalurgia de metales ferrosos.*

Objetivo: Mejorar el conocimiento sobre aleaciones ferrosas de baja y media aleación, procurando mejorar sus propiedades mecánicas, dentro de las necesidades actuales del desarrollo en América Latina.

Es necesario formar un grupo de investigadores en el campo de los aceros, con la formación adecuada para poder emprender tareas independientes, tanto en la investigación como en la enseñanza. A través de ellos es también posible interesar más a fondo a futuros profesionales en un campo particular de la metalurgia, y crear en ellos un espíritu crítico derivado de la experiencia que ganen en el conocimiento de la lógica y de los métodos de investigación.

5) *Corrosión de metales y aleaciones.*

Objetivo: Estudiar los aspectos básicos de los mecanismos de corrosión, cuyo conocimiento se hace necesario para resolver los problemas cada vez más complejos que plantea el desarrollo tecnológico.

Los problemas de corrosión que se presentan en cada país tienen relación directa con su grado de desarrollo tecnológico. A medida que su tecnología avanza, tornan más complejos. Es necesario preparar a América Latina para el brusco aumento de este tipo de problemas que traerá aparejado su creciente desarrollo, impartiendo al personal sólidos conocimientos básicos sobre el tema.

El tercer tipo de actividades del Programa, las actividades generales de asistencia, comprende:

- 1) Asistencia a universidades e institutos. Se trata de colaborar en la preparación de programas y planes de estudios, dictado de cursos a nivel de posgrado, trabajos de investigación conjunta, y en otras actividades comunes que permitan aprovechar integralmente las visitas de expertos y profesores de jerarquía internacional.
- 2) Utilización de equipos de alto costo. Se desea llegar, mediante acuerdos, a una utilización conjunta de los equipos de alto costo.
- 3) Asistencia Técnica a la Industria. Se procura crear o reforzar, en cada polo de desarrollo mecanometalúrgico de los países del área, una infraestructura científicotécnica que posibilite la asistencia técnica permanente a las industrias.

En el Programa participan los principales centros de metalurgia de los países latinoamericanos.<sup>29</sup> Además, se mantienen relaciones con otros centros, con quienes se están estudiando convenios de colaboración. En el cuadro 14 se hace un resumen de esas relaciones, indicando si han recibido alumnos y en que número, si se han dictado cursos, si han recibido investigadores asociados, si existen convenios o están en tratativas. Se aprecia en el cuadro el número de instituciones relacionadas con el Laboratorio en cada país.

Desde 1969, se han recibido veinte investigadores asociados de diversos países latinoamericanos, que se distribuyen según se indica en el cuadro 15. Diez de ellos se hallan completando su doctorado y otros diez han efectuado entrenamiento especializado.

En síntesis, se ha dedicado un esfuerzo sostenido para ayudar a otros países de América Latina a dar los primeros pasos, transmitiendo la experiencia obtenida por el Laboratorio en la Argentina y haciéndola extensiva a todo el ámbito latinoamericano. Como el desarrollo no puede ser aislado sino integrado, debe esperarse que se produzca luego un reflujo desde los demás países hacia el país de origen. El Programa Multinacional de Metalurgia, se está estructurando para lograr esa fraternidad metalúrgica latinoamericana tan necesaria, que permitirá eliminar progresivamente la balcanización, *talón de Aquiles* de América Latina.

### 3. El Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI)

Una de las preocupaciones del personal del Laboratorio, ya organizado éste y en marcha hacia un estado de régimen, fue la de poner los servicios del mismo a disposición de la industria nacional, que en el área metalúrgica contaba con muy poco apoyo científico. Durante algún tiempo esto se hizo de manera informal; sobre la base de relaciones personales: se contestaban preguntas, se asesoraba a quienes solicitaban la asistencia del Laboratorio, y se proveían algunos análisis y servicios técnicos especializados. Pronto se notó la conveniencia de institucionalizar este mecanismo, para lo cual la Comisión Nacional de Energía Atómica acordó con un grupo de industriales crear por convenio una organización que constituyera el nexo de unión entre el Laboratorio y la industria.

#### a. Creación del SATI. Sus Objetivos

El 21 de marzo de 1961 se suscribió el convenio entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina, que puso en funcionamiento el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria Metalúrgica (SATI). Sus objetivos eran:

<sup>29</sup> Son los siguientes: Departamento de Metalurgia, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú; Escola de Engenharia de São Carlos, Universidad de São Paulo, São Carlos, Brasil; Centro Técnico de Aeronáutica, São José Dos Campos, São Paulo, Brasil; Universidad Católica de Valparaíso, Chile; Instituto Superior Politécnico del Litoral, Guayaquil, Ecuador; Instituto Politécnico Nacional, México, D. F., México; Programa Nacional de Metalurgia de Colombia, coordinado por COLCIENCIAS, del que participan la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga y el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Bogotá.

País e Institución	Alumnos C. P. M.	Dictado de cursos	Investi- gadores Asoc.	Convenio o Acuerdo	País e Institución	Alumno C. P. M.	Dictado de cursos	Investi- gadores Asoc.	Convenio o Acuerdo
<b>Bolivia</b>					<b>Ecuador</b>				
1. Universidad Mayor San Andrés	1	-	-	-	1. Esc. Sup. Politéc. Litoral, Guayaquil	2	-	-	✓
2. Fac. de Ing. Industrial, La Paz	2	-	1	-					
3. Corporación Minera de Bolivia	1	...	-	-	<b>Haití</b>				
4. Comis. Boliviana de Energ. Nuclear	2	...	-	-	1. D. A. R. N. D. R.	1	...	-	-
5. Empresa Metalúrgica de Oruro	1	...	-	-					
<b>Brasil</b>					<b>Honduras</b>				
1. Centro Brasileiro de Pesquisas de Física	1	...	-	-	1. Bco. Central de Honduras	1	...	-	-
2. Centro Téc. Aeronáut. S. J. Campos	5	si	6	si	2. Univ. de Honduras	1	-	-	-
3. Escola Fed. Minas, Ouro Preto	1	si	-	✓					
4. Escola Engenharia São Carlos	2	-	-	si	<b>México</b>				
5. USIMINAS, Ipatinga, MG	2	...	-	-	1. Inst. Politécnico Nac., México, D. F.	3	si	-	si
6. Belgo Mineira, Monlevade, MG	1	...	-	-	2. Univ. Nac. Autónoma, México, D. F.	5	-	-	✓
7. Escola Engenharia, Pôrto Alegre	1	...	3	✓	3. Instituto Tecnológico de Monterrey	1	-	-	✓
8. Inst. Pesquisas Tecnol., São Paulo	1	...	-	✓	4. Hojalata y Lámina, S. A., Monterrey	1	...	-	-
9. Acos Villares, São Caetano, SP	1	...	-	-	5. Com. Nac. Energía Nuclear, Salazar	2	...	-	-
<b>Colombia 1/</b>					<b>Nicaragua</b>				
1. Univ. Ind. Santander, Bucaramanga	2	-	1	si	1. Univ. Nac. de Nicaragua	1	-	-	-
2. Univ. Nac. de Colombia, Bogotá	6	-	2	si					
3. Inst. Asuntos Nucleares, Bogotá	1	...	1	-	<b>Perú</b>				
4. Univ. Pedag. y Tecnológica, Tunja	1	...	-	-	1. Univ. Nac. de Ingeniería, Lima	3	si	1	si
5. Acerías Paz del Río, Belencito	1	...	-	-	2. Minist. Ind. y Comercio, Lima	1	...	-	-
6. Empr. Metalúrgica, Apolo	1	...	-	-	3. Cerro de Pasco Corp.	2	...	-	-
7. Secret. Nac. de Planeamiento, Bogotá	1	...	-	-	4. SOGESA, Chimbote	1	...	-	-
8. Univ. Tecnológica Pereira	2	-	-	-	<b>El Salvador</b>				
<b>Chile</b>					1. Univ. del Salvador	1	-	-	-
1. Universidad de Concepción	1	-	-	-	2. CORINCA, S. A.	1	si	-	-
2. Univ. Católica de Valparaíso	4	-	1	si					
3. Univ. Tecnol. del Estado, Santiago	1	-	-	-	<b>Venezuela</b>				
4. Univ. de Chile, Santiago	1	-	2	-	1. Universidad de Oriente	1	-	-	-
5. F. A. M. A. E., Santiago	4	...	-	-	2. Universidad de Carabobo	1	-	-	-
<b>República Dominicana</b>					3. Inst. Politéc. Sup., Barquisimeto	1	-	-	-
1. Marina de Guerra	1	...	-	-	4. SIDOR, Ciudad Bolívar	2	...	-	-
					5. Fab. Minas y Armas Portátiles, Maracay	1	...	-	-
					6. Ejército de Venezuela	1	...	-	-

... No tiene actividad docente.  
 ✓ Convenio o acuerdo en discusión

1/ Existe un Programa Nacional de Metalurgia coordinado por el Fondo Colombiano de Investigación y Proyectos Especiales (COLCIENCIAS).

Fuente: CNEA

Cuadro 15. Investigadores asociados de países latinoamericanos en el Laboratorio de Metalurgia, 1969 - 1971, por país y duración de la estadía.

PAIS	1 mes	3 meses	9 meses	Doctoran- tes (aprox. 3 años)	TOTAL
Bolivia				1	1
Brasil	3	1	1	4	9
Colombia		1		3	4
Chile			2	1	3
México			1		1
Perú				1	1
Venezuela		1			1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>20</b>

Fuente: CNEA

- 1) Prestar asesoramiento científicotecnológico a la industria metalúrgica argentina en los problemas derivados de la fabricación y uso de metales, aleaciones y productos semielaborados y elaborados.
- 2) Difundir nuevos métodos de producción, aplicación de nuevos metales y materias primas, como también de máquinas e instrumentos.
- 3) Facilitar el acceso a una mejor y más completa información científica y técnica.
- 4) Desarrollar nuevos métodos de control de calidad.
- 5) Emprender las investigaciones de desarrollo que resultan de las características propias de nuestros mercados, de la naturaleza de las materias primas disponibles, de la accesibilidad a maquinarias y equipo, del grado de entrenamiento y capacitación del personal, etc.
- 6) Preparar a la industria y al país para la profunda transformación tecnológica de los próximos años, como consecuencia de los importantes desarrollos científicos en el campo de la deformación plástica, teoría de aleaciones, compuestos intermetálicos, cerámicos, etc.

El SATI es una institución de bien público, es decir, sin fines de lucro. Es un organismo *mixto*, pues aunque administrativamente forma parte de la Gerencia de Tecnología de la CNEA, el convenio con la Asociación de Industriales Metalúrgicos (AIM) establece, entre otras cosas, que la AIM debe contribuir a su presupuesto de funcionamiento, que el Director del SATI debe mantener informadas a las autoridades de la AIM en lo referente a su funcionamiento y que éste es supervisado por un delegado de dicha Asociación. Por otra parte el SATI brinda sus servicios a cualquier industrial argentino, aunque no pertenezca a



la AIM.

El campo de asesoramiento del SATI se definió como el de la metalurgia de transformación, que abarca un sinnúmero de problemas: producción de aceros especiales, tratamientos térmicos de aceros especiales, fusión y colado de metales y aleaciones no ferrosas, tratamientos térmicos, purificación por fusión zonal y otros métodos, transformación mecánica de metales ferrosos y no-ferrosos (extrusión, laminación, trefilación, forja, prensado), estirado, embutido, corte, plegado, etc., de metales y aleaciones, desarrollo de aleaciones especiales, unión de metales (diversos métodos de soldadura), cerámicas y cermetes, metalurgia de polvos, corrosión y acabado superficial, desarrollo de métodos de control especial, etc.

**b. Evolución del SATI. Su papel en la participación de la industria nacional en la construcción de la Central Nuclear Atucha.**

El SATI fue desarrollándose lentamente siguiendo un proceso como el que se ha visto en la figura 5. El progresivo aumento de sus actividades lo fue convirtiendo en un grupo técnico que sirvió de vínculo entre el Laboratorio y la industria, atendiendo y analizando los problemas de ésta, haciendo intervenir a cada una de las secciones del Laboratorio en los aspectos específicos de cada problema y produciendo soluciones en base a la evidencia recogida y a la experiencia de sus profesionales quienes se hallaban familiarizados, por una parte, con la actividad científica del Laboratorio, y por la otra con los problemas y necesidades de la industria, de modo que actuaban como *transferencistas*, con las características personales ya enunciadas en el capítulo 2.

No es extraño entonces que este grupo haya sido empleado por la CNEA, a partir de 1965, con propósitos más amplios que el simple enlace Laboratorio-industria. En ese año el Gobierno Argentino encargó a la CNEA el estudio de factibilidad para la construcción de la primera central nuclear del país. El SATI tuvo intensa participación en este estudio, así como en las etapas posteriores relacionadas con el concurso de precios y la construcción de la central. Una parte apreciable del tiempo de los integrantes del SATI se dedicó a las actividades que requerían los objetivos propios de la CNEA, y esto significó un gran aporte para la industria nacional, como se desprende de una serie de trabajos realizados en este contexto.

Al prepararse el concurso de precios para la Central Nuclear de Atucha el énfasis se hallaba en asegurar la máxima participación posible de la industria nacional en la construcción de los elementos que requeriría la central, por las importantes consecuencias tecnológicas y económicas que esto tendría. Para esta etapa se creó un grupo llamado de *industria nacional*, cuyo objetivo era hacer realidad la premisa de que *la central nuclear es un instrumento para la transformación tecnológica del país*. Este grupo, en el que participaba gente del SATI, debía estudiar, analizar y evaluar la parte contractual, para asegurar la participación de la industria nacional; debía por supuesto examinar la capacidad de diversas firmas para cumplir este papel, lo cual suponía familiarizarse con su equipo, tecnología, personal, antecedentes y problemas. Esto significó un contacto estrecho y directo con la rama industrial metalmeccánica, a la que brindó amplia oportunidad de asesoramiento. Teniendo en cuenta estos objetivos se incluyó una cláusula en el contrato firmado con la firma Siemens, A. G., por la cual ésta se comprometía a colocar órdenes y financiar insumos lo-

cales por un monto no inferior a los 100 millones de marcos alemanes, distribuidos en los rubros: obra civil, montaje, costos de transporte, seguros y suministros electromecánicos. El monto mínimo asignado a este último rubro fue de 13 millones de marcos.

La CNEA, por su parte, se comprometió a tomar a su cargo el eventual sobreprecio del suministro local en relación al alemán, siguiendo el método de comparación que se ampara en la Ley N° 18243, que está dirigida a colocar las ofertas argentinas en condiciones más competitivas con respecto a las ofertas extranjeras, contemplando los siguientes beneficios:

- 1) Exención del impuesto a la venta
- 2) Reintegro fijado por el decreto 46/65
- 3) Exención de depósitos previos y recargos de importación para aquellos suministros de origen nacional que tuviesen que llevar algunos elementos de importación por no fabricarse en el país.

La medida en que se ha logrado concretar la participación de la industria argentina en la realización de la primera central nuclear del país, uno de los objetivos originalmente buscados, puede apreciarse haciendo un rápido análisis de los suministros licitados en el país al cabo de dos años y medio de aplicación de este mecanismo, y de los valores involucrados. La lista original de 71 items fue incrementada durante la marcha de la obra con 25 items adicionales, colocando órdenes de trabajo por un equivalente a 16.000.000 de marcos alemanes. Por razones de garantías técnicas o de precios no fue posible colocar suministros por otros 2.500.000 marcos que fueron licitados en el país.

Los principales suministros nacionales fueron: intercambiadores de calor, sistema de ventilación de recintos nucleares, equipo de tratamiento de agua, limpieza mecánica del agua de refrigeración, transformadores del orden de 35 MVA para arranque y consumo propio de la central, transformadores de 1000, 1250 y 1600 KVA, tuberías de acero para circuito de vapor y agua de alta presión, 265 tn de tubos para condensador, bandejas portacables y accesorios, cables hasta de 6,6 K, válvulas y bombas en acero común y austenítico, recipientes austeníticos y ferríticos con y sin presión, envoltura del condensador, tuberías de refrigeración principal y secundaria, batería, tableros, prensas, etc.

La compra de los suministros locales por la CNEA ha significado una protección promedio del 23,80%, calculada sobre la base de los suministros nacionales a precio "ex-fábrica" libre de gravamen, y de precios FOB para los extranjeros. El promedio de los suministros puestos en Atucha es 4,14%. En síntesis esta situación significó una participación nacional que alcanza al 40% del monto total de obra. En el rubro de obra civil solamente, dicho porcentaje llega al 90%, mientras que el aporte nacional en el total de suministros electromecánicos es del orden del 12%.

De mucho mayor importancia que los porcentajes de participación nacional alcanzados en esta realización es el hecho de que la industria local afrontó con éxito las exigencias impuestas por estrictas y severas normas de control de calidad dentro de los plazos de entrega previstos. Demostró además estar capacitada para participar en mayor grado en futuras obras de este tipo, lo cual motiva a su vez la actual preocupación de la CNEA por desarrollar un programa de industrializa-

ción nuclear en diversos rubros que se apoya técnica y económicamente en la industria local.

El SATI tomó ya desde el comienzo de la construcción de los componentes la responsabilidad de su seguimiento. Es decir, se concentró en la solución de los problemas de fabricación, ensayo, especificación y evaluación del recipiente de presión y de los generadores de vapor. Por una parte, la atención de los problemas para la confección del recipiente de presión ha promovido actividades de selección de materiales, fundición y forjado de las piezas, su ensayo no destructivo, ensayos de procedimiento, fabricación de los subconjuntos necesarios (fondo, parte cilíndrica y tapa), soldaduras, su ensayo y reparación y ejecución de cladding con material austenítico por soldadura. Por la otra, del estudio de los generadores de vapor se ha pasado a un seguimiento minucioso de la fabricación de las placas tubo, la deposición por soldadura de material anticorrosivo (inconel), ensayo y recepción de los tubos, fabricación de los envolventes, etc.

En estas dos áreas de actividades se presentaron los problemas característicos de los grandes componentes estáticos del circuito primario: tubería del primario, presurizador, carcazas de las bombas principales, etc. Pueden sintetizarse así:

- 1) Dificultades relacionadas a la obtención de las propiedades mecánicas especificadas para los grandes espesores.
- 2) Obtención de soldaduras libres de fisuras para evitar la posibilidad del fenómeno de fractura rápida.
- 3) Obtención de superficies placadas que cumplan las prescripciones de doblado, resistencia a la corrosión, etc.
- 4) Estudio de tratamientos térmicos adecuados para la normalización y relevación de tensiones.
- 5) Análisis de las condiciones de seguridad frente a la posibilidad de una rotura explosiva, por las implicancias de una liberación masiva de productos de fisión.

Estas actividades permitieron al personal del SATI desarrollar un aprendizaje en profundidad, complementario de los cursos regulares, sobre una variedad de técnicas metalúrgicas de avanzada, y con esta experiencia las subsiguientes tareas de asesoramiento a la industria han resultado cada vez más útiles. Se llegó a la conclusión de que era necesario imponer un *criterio de seguridad moderno* para los circuitos y recipientes de presión, lo cual contempla aspectos de diseño, control de calidad, evaluación de defectos y selección de materiales, así como ensayos industriales durante el servicio. La primera consecuencia de este reconocimiento ha sido el trabajo sobre la vida útil de las garrafas de gas que le fue encomendado por la industria.

Por otra parte, resaltó la importancia de las técnicas de fabricación en especial de soldadura, de participación fundamental en la construcción nuclear. De esto se derivan nuevos métodos y técnicas desarrollados por el SATI (electroslag, electrogas, electronbeam, etc.) aunque inhiben a los fabricantes por su elevado costo inicial.

Finalmente, se apreció la conveniencia de fomentar la fabricación de componentes de interés nuclear imprescindibles para el desarrollo (como bombas, válvulas y recipientes para altas presiones). Estos componentes tienen además gran importancia en la industria química. El asesoramiento del SATI procura lograr una correcta transferencia de tecnología, concentrándose en la solución de los problemas de materiales y diseño por un lado, y en las técnicas de fabricación por el otro.

### c. El SATI y la industria

El SATI es la vía institucional para el apoyo del Laboratorio a la industria nacional. Sin embargo, han existido además contactos directos, sin la intervención del SATI, principalmente en lo que respecta a consultas técnicas a proveedores de instrumental con el ocasional apoyo del Laboratorio, a quienes se han impartido conocimientos técnicos desarrollados en el mismo Laboratorio, para que pudieran proveerle luego cierto equipo e instrumental necesarios para su accionar. A su vez, esto ha permitido a tales fabricantes abrir nuevas líneas de productos. La política ha sido canalizar a través del SATI todo lo que significa asistencia a la industria a fin de cumplir con los objetivos que motivaron su creación: el aumento del nivel tecnológico de la industria mediante la introducción de nuevas técnicas, el otorgamiento de información científica, la solución de problemas industriales, la ejecución de proyectos de desarrollo y la capacitación del personal de la industria. Esto daba oportunidad a los científicos del Laboratorio dedicados a investigación básica, de salir a un terreno propicio para las ciencias aplicadas y la creación tecnológica.

#### 1) Criterios seguidos para la prestación de asistencia técnica.

Institucional y funcionalmente, el SATI es un nexo entre la actividad de investigación de la Comisión Nacional de Energía Atómica y las necesidades de la industria principalmente la rama metalúrgica de transformación. El aspecto funcional toma la forma de un grupo de profesionales capaces de recibir los problemas de la industria y de traducirlos para que puedan ser resueltos por la infraestructura científica del Laboratorio. El SATI no posee activo físico; tiene un conjunto de ingenieros que durante diez años han aprendido a escuchar los problemas de la industria y transmitirlos a los investigadores. Son personas con conocimiento metalúrgico, que hablan ambos idiomas, el de la industria y el de la investigación. Su formación no ha sido fácil, en general se ha partido de ingenieros con experiencia industrial, y se estima que el tiempo de formación necesario para un desempeño eficaz en el SATI es de tres a cuatro años, si tienen experiencia metalúrgica. Debe tenerse presente que el SATI, además de proveer asistencia a la industria, organiza cursos de especialización para el personal de la misma, persiguiendo por esta vía la elevación de su nivel técnico y creando interlocutores válidos en su seno.

El factor principal que subyace al desempeño del SATI es la infraestructura científica del Laboratorio, con su plantel de científicos básicos y aplicados de primer nivel. Para la resolución de los problemas presentados al SATI es fundamental el apoyo que ofrecen los diferentes grupos de trabajo, como fundición, tratamientos térmicos, deformación plástica, corrosión, etc. A ellos se agregan los servicios de microsonda, metalografía, difracción de rayos X, y otros.



El cliente lleva su problema a un profesional del SATI que por su experiencia, tanto en la faz tecnológica como en la científica, puede orientarlo en su resolución. El problema puede derivar tanto hacia el propio personal del SATI, ya conectado con la temática, como a otros servicios especializados del Laboratorio, que pueden atender aspectos parciales de la solución. Estos servicios especializados brindan al cliente los elementos de juicio producidos por los grupos eminentemente tecnológicos del SATI, que elaboran las conclusiones finales. Si la complejidad del problema lo exige, puede recurrirse a los grupos de trabajo del Laboratorio, para que estos profundicen su tratamiento. La resolución total o parcial del proyecto queda a cargo del grupo especial de trabajo, por ejemplo, la puesta a punto de una técnica de fundición es realizada por el grupo de fundición. Sin embargo, siempre es necesario pasar por el *enfoco tecnológico*, que traduce los elementos científicos en soluciones operativas para los industriales.

Este esquema de interconexiones entre individuos de diferentes especializaciones permite no sólo un mutuo enriquecimiento entre estos, sino también una mayor solidez y profundidad en las soluciones que se brindan a los problemas estrictamente tecnológicos, que surgen de la interconexión misma entre *ciencia y tecnología*. Los conocimientos de ciencia básica y el empleo de procedimientos muy sofisticados de análisis permiten llegar hasta las causas primeras de los fenómenos.

Operativamente, el funcionamiento del SATI es muy simple: ante una consulta ofrece gratuitamente a) información bibliográfica que facilita la orientación del problema, b) evaluación técnica y económica del problema presentado, y c) información referente al laboratorio, centro o instituto oficial o privado, nacional o extranjero, que con más celeridad, eficiencia y economía podría resolver el problema planteado. Si la firma que hace la consulta decide que sea el SATI quien encare la solución del problema, éste presenta un plan de trabajo y un presupuesto estimado del asesoramiento que puede realizar. Los aranceles se aplican con el criterio de que el Servicio es una organización *sin fines de lucro*. Sólo se toman en consideración los gastos de materiales, amortización de equipos y sueldo del personal, incluyendo beneficios sociales.

Es importante destacar que el SATI no hace análisis rutinarios de control (mecánicos y físicos), sino que orienta al interesado hacia los diferentes laboratorios oficiales o privados que los efectúan. En muchos casos se aplican aranceles de fomento, como en los trabajos solicitados al SATI que significan un desarrollo de nuevos productos o una aplicación de nuevas técnicas. Son trabajos que significan una posibilidad de avance tecnológico para la industria metalúrgica de transformación y se hacen así acreedores a este tratamiento preferencial. También hay otras consultas que se efectúan sin cargo. Son aquéllas que proveen orientación general sobre los problemas, o una simple indicación bibliográfica.

Es muy importante la gran agilidad administrativa con que se desempeña el SATI. La consulta, ya sea verbal o escrita, se responde con un plan de trabajo y un presupuesto, y se da comienzo de inmediato a los trabajos. Según una publicación preparada por el propio SATI,<sup>30</sup> entre 1961 y 1971 el SATI recibió

cerca de 450 consultas, de las cuales 280 fueron sin cargo (requerían de uno a tres días de trabajo) y 170 condujeron a trabajos con pago de aranceles (involucrando de 3 semanas a más de un año de trabajo, en los casos de desarrollo). Para dar un ejemplo de la diversidad de los temas se agrega la siguiente lista de trabajos del segundo tipo:

#### Análisis de fallas de piezas y estructuras:

- Fallas de piezas de aleación de magnesio para aviones.
- Rotura de elásticos de automóvil.
- Rotura de matrices de forja.
- Rotura de eje portahélice de barco.
- Rotura de pernos de pistón.
- Engrane de piezas del sistema de distribución de automóvil.
- Falla de una grúa de 400 Tn.
- Rotura de un recipiente de presión.
- Rotura de álabes de turbina.
- Causante de corrosión en torres de destilación de acero.

#### Diagnóstico de dificultades de manufactura:

- Fabricación de una aleación de cobre-silicio-manganeso.
- Condiciones de laminación de latón 60/40 con plomo.
- Condiciones de trefilado de alambres zincados.
- Tratamiento térmico en macho para roscas.
- Estudio de inclusiones en aceros e identificación de su procedencia utilizando isótopos radiactivos.

#### Aplicación de nuevas técnicas:

- Empleo de radioisótopos como trazadores para la identificación de cuerpos molidores para molinos de cemento.
- Utilización de la técnica de réplica para la metalografía no destructiva de tubos de caldera.
- Utilización de medidores de tensión para
  - i) Determinación de las pesadas en balanza industrial.
  - ii) Medición de la fuerza por impacto desarrollada por una prensa.
  - iii) Medición de las tensiones y deformaciones en tanques y estructuras.
- Detección del desgaste por medio de radioisótopos en:
  - i) Mezcladores de arrabio.
  - ii) Paredes refractarias de altos hornos.
- Identificación de inclusiones en aceros por medio de la microsonda electrónica.
- Recocido brillante del cobre.
- Análisis metalográfico "in situ" de una caldera marina.

#### Puesta a punto de técnicas de fabricación:

- Colada continua de alambrón de cobre fosforoso.
- Condiciones de soldadura de envoltorio de acero inoxidable y aplicación de técnicas de control.
- Fabricación de aceros de alto punto de fluencia.
- Asesoramiento para la fabricación de elementos combustibles para reactores nucleares.
- Fabricación de platinos W-Ag de automóvil por medio de pulvimetalurgia.
- Colaminación de latón con acero.
- Técnica de pulido por vía electroquímica de cubiertos de acero inoxidable.

<sup>30</sup> M. Sarrate, *Diez años de actuación del SATI*, 1961-1971. A continuación se citan varios párrafos de esta publicación.



#### Desarrollo de nuevos productos:

Desarrollo de una aleación cobre-zirconio para utilizarla en electrodos de máquinas de soldar.

Refinación de rezago de cobre mediante un proceso original.

Fabricación de latones con adición de uranio.

Fabricación de evaporadores de aluminio por colaminación.

Diseño de aleaciones de acero resistentes a la abrasión y al impacto.

Por último, debe destacarse que algunas consultas han dado origen a desarrollos originales, que se tradujeron en nuevos productos incorporados a la tecnología del país (las aleaciones Cu-Zr, los evaporadores colaminados, los contactos W-Cu y W-Ag obtenidos por pulvimetalurgia, etc.). En otros casos fue posible aplicar técnicas de metalurgia modernas, como la utilización de radioisótopos para el marcado de piezas y para los estudios de desgaste, las técnicas metalográficas no destructivas para estudios in situ (réplicas) y la múltiple utilización de medidores de tensión.

El SATI ha actuado y sigue actuando principalmente con la industria metalúrgica, pero se han recibido también consultas de la industria química, petrolífera, electrónica y de organismos estatales. Proviene de un espectro industrial muy amplio, desde la pequeña empresa privada hasta la gran empresa estatal. Gran parte de las consultas que posibilitaron desarrollos tecnológicos, y que se tradujeron en la obtención de nuevos productos con aplicación de nuevas técnicas, provinieron de industrias o entes estatales. Por ejemplo: los trabajos iniciales en la utilización de isótopos radioactivos para medición de desgaste tuvieron aplicación en los Altos Hornos Zapla (operados por Fabricaciones Militares) en 1965; la obtención de los pares colaminados latón-acero se produjo en 1970 para ECA (FM); la primera utilización de la técnica metalográfica de réplicas fue en 1963, para el Ministerio de Marina. Por otro lado, los trabajos efectuados para firmas de capital extranjero han sido principalmente de análisis de falla y control de calidad.

#### 2) Análisis cuantitativo de los trabajos de asistencia técnica a la industria realizados por el SATI.

Se analizan en esta sección las tareas realizadas desde 1960 hasta fines de 1971, que figuraban anotadas en 244 fichas existentes en el fichero del SATI a fines de ese período, aunque éstas no indican todos los trabajos para la industria llevados a cabo por el SATI desde su creación. Hay discrepancia entre este número y el indicado en la sección anterior (450 consultas, de las cuales 170 motivaron trabajos con pago de aranceles), y tampoco concuerda con la cifra de 576 trabajos que consta en el informe utilizado como fuente del cuadro 16, en el que se hace una síntesis. En este caso, la diferencia puede deberse a dos razones: primero, que se hayan tomado en cuenta en el informe numerosos casos en que el pedido de la empresa se atendió verbalmente o involucró un trabajo bibliográfico reducido, por lo cual no se incluyeron en fichas; y segundo, que se hayan extraviado fichas. Suponiendo que los trabajos indicados en la segunda columna del cuadro 16 no han dado lugar a las correspondientes fichas, la discrepancia se reduce, pues quedarían 101 trabajos "de desarrollo o contratos", cifra bastante aproximada a los 105 trabajos que figuran en las fichas del SATI.

El análisis se basa en una clasificación de la información por tipo de actividad, por destino del trabajo, por grado de complejidad y características de

Cuadro 16. Trabajos efectuados por el SATI, para la industria, 1961-67.

AÑO	Trabajos de desarrollo o contratos	Asesoramiento y asistencia técnica	TOTAL
1961	10	44	54
1962	6	40	46
1963	8	52	60
1964	14	106	120
1965	14	96	110
1966	19	101	120
1967	30	36	66
TOTAL	101	475	576

Fuente: Informe de E. Abril, *Estudio sobre los institutos de investigación tecnológica en Argentina*, preparado para UPADI, Buenos Aires, 1968.

la empresa, con la desagregación y especificaciones que se indican en el Anexo 4. Los resultados cuantitativos de mayor interés se muestran en los cuadros 17 al 23. En los tres primeros cuadros se aprecia el tipo de tareas que han sido solicitadas al SATI por la industria y, por lo tanto, proporcionan una idea general sobre la demanda. Los cuadros siguientes permiten ahondar en los requerimientos de las diversas empresas.

Puede notarse que el número de trabajos realizados por el SATI alcanza un máximo en 1968/69 y luego decrece. Lo mismo acontece en los diversos rubros componentes que se indican en el cuadro 17. Esto no se debe a que la industria haya necesitado menos servicios, sino a que el personal del SATI ha debido dedicar una proporción mayor de su tiempo a los problemas relacionados con la construcción de la Central Nuclear de Atucha, con lo cual se produjo la disminución señalada. El mayor número de trabajos era en control de calidad, seguido por peritajes y desarrollo.<sup>31</sup> Si se hiciera un cómputo del número de horas-hombre empleadas, o del costo de los trabajos (datos que no constaban en las fichas), el peso mayor estaría sin duda en los trabajos de desarrollo.<sup>32</sup>

31 Téngase presente que la mayoría de los trabajos cortos de asesoramiento no han sido anotados en las fichas analizadas.

32 Si se extendiera esta metodología al estudio de casos similares, sería conveniente mejorarla haciendo una estimación de la distribución del esfuerzo en función de las horas-hombre empleadas, asignando a éstas pesos correspondientes a la categoría del personal que las ha proporcionado.

Cuadro 17. Trabajos realizados por el S A T I, 1960 - 1971, por tipos de actividad.

ACTIVIDAD	1960/61	1962/63	1964/65	1966/67	1968/69	1970/71	Total
Asesoramiento		1	2	14	9	6	32
Control de calidad		2	8	23	46	25	104
1. Ensayos de rutina		1	1	1	13	4	20
2. Ensay. no destructivos			1	7	9	6	23
3. Ensayos especiales		1	6	9	23	10	49
4. Desarr. de técnicas de ensayo				6	1	5	12
Desarrollo	1	5	7	21	11	5	50
1. Escala de laboratorio	1	3	2	10	4	3	23
2. Escala de pta. piloto		1	4	8	6	2	21
3. Escala de fábrica		1	1	3	1		6
a. Nuevos procesos	1	4	4	15	8	3	35
b. Nuevos productos		1	3	6	3	2	15
Fabricación					2		2
Peritaje		4	2	15	18	17	56
1. Sobre procesos				4	1	1	6
2. Sobre causas de fallas		4	2	11	17	16	50
TOTAL	1	12	19	73	86	53	244

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 18. Trabajos realizados por el S A T I, 1960 - 1971, por destino.

DESTINO	1960/61	1962/63	1964/65	1966/67	1968/69	1970/71	Total
Materia prima			2	5	10		17
Mat. semi-elaborados		1	7	24	25	17	74
Productos finales		1	2	8	14	14	39
Equipo		7	3	24	29	18	81
1. Diseño			1	7	3	1	12
2. Uso		5		7	3	7	22
3. Mantenimiento		2	2	10	23	10	47
Proceso	1	3	5	12	8	4	33
1. Puesta a punto	1	2	2	9	6	3	23
2. Modificaciones		1	3	3	2	1	10
TOTAL	1	12	19	73	86	53	244

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 19. Trabajos realizados por el S A T I, 1960 - 1971, por grado de complejidad.

COMPLEJIDAD	1960/61	1962/63	1964/65	1966/67	1968/69	1970/71	Total
Baja		1	2	10	14	4	31
Mediana	1	6	12	42	55	39	155
Grande		4	4	18	12	10	48
No especificada		1	1	3	5		10
TOTAL	1	12	19	73	86	53	244

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 20. Trabajos realizados por el S A T I, 1960 - 1971, por características del cliente.

CARACTERISTICAS DEL CLIENTE	1960/61	1962/63	1964/65	1966/67	1968/69	1970/71	Total
Propiedad de la empresa							
1. Privada de capital nacional	1	10	16	44	44	20	135
2. Privada de capital extranjero		2	2	9	25	21	59
3. Estatal o mixta			1	19	16	12	48
Entidades extranjeras*				1	1		2
Tamaño de la empresa							
1. Pequeña		7	6	24	8	12	57
2. Mediana	1	2	6	17	28	18	72
3. Grande		3	7	32	50	23	115
TOTAL	1	12	19	73	86	53	244

\*Universidad de Chile, en ambos casos.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 21. Empresas clientes del SATI, 1960 - 1971, según la cantidad de trabajos solicitados.

Trabajos	Empresas
1	104
2	18
3 y 4	12
5 a 10	6
más de 10	2
TOTAL	142

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22. Trabajos realizados por el SATI, 1960 - 1971, por grado de complejidad y propiedad de la empresa solicitante.

PROPIEDAD DE LA EMPRESA	COMPLEJIDAD				
	Baja	Mediana	Grande	No especificada	Total
Privada de capital nacional	24	73	29	9	135
Privada de capital extranjero	5	48	6		59
Estatual o mixta	2	32	13	1	48
Otras*		2			2
TOTAL	31	155	48	10	244

\*Universidad de Chile.  
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 23. Trabajos de desarrollo del SATI, 1960 - 1971.

TIPO DE EMPRESA	Total de Trabajos	DESARROLLO			Trabajos de desarrollo por tamaño de la empresa		
		Total	nuevos procesos	nuevos productos	pequeña	mediana	grande
Privada de capital nacional	135	40	26	14	22	11	7
Privada de capital extranjero	59	5	5			1	4
Estatual o mixta	48	5	4	1			5
Entidades del extranjero*	2						
TOTAL	244	50	35	15	22	12	16

\*Universidad de Chile.  
Fuente: Elaboración propia.

El 50% de los trabajos de control de calidad son ensayos especiales. En general, no se aceptan en el SATI trabajos de rutina, salvo para empresas nacionales y como medida de promoción de las demás actividades. El uso de nuevas técnicas de control de calidad, que ya tienen características de innovación representa una proporción baja, y lo mismo ocurre con los ensayos no destructivos. Esto confirma la observación anterior de que estas técnicas son relativamente desconocidas para la industria.

En los trabajos de peritaje, el 90% son casos de determinación de fallas. Los relativos a determinación de procesos son casos aislados, casi siempre relacionados con problemas de aranceles aduaneros, y requieren sobre todo una actividad de desarrollo en escala de laboratorio.

Los trabajos de desarrollo están dirigidos en su mayoría a nuevos procesos. Sin embargo, resulta interesante observar la etapa que alcanzan estas actividades; en el cuadro 17 puede notarse que sólo un 12% de estos trabajos ha alcanzado la escala de fábrica, mientras que un 42% ha llegado a la de planta piloto y el 46% se interrumpe en la escala del laboratorio. Estas proporciones se explican en parte por la experiencia del SATI en sus primeros trabajos de desarrollo; al intentar pasar a la etapa de fábrica, ya superada la de planta piloto, se han hallado serias dificultades prácticas operativas para lograrlo debido principalmente a la resistencia al cambio tecnológico que ofrecía el personal de producción. Por esta causa, tanto el tiempo como los esfuerzos demandados por la etapa de desarrollo en escala de fábrica eran considerables y fuera de toda proporción. Se juzgó así más lógico no asumir el compromiso de realizar el desarrollo en fábrica, sino concentrar esfuerzos en adiestrar a un profesional de la empresa para que se encargue de esa etapa, con el asesoramiento del Laboratorio. Dicho adiestramiento se cumple de preferencia haciendo participar al profesional en el trabajo de desarrollo que se realiza en el Laboratorio (por lo general en la etapa de planta piloto). Esta práctica explica la baja proporción de trabajos que han llegado a la escala de fábrica.

Considérese ahora el total de los 50 trabajos de desarrollo llevados a cabo. Todos ellos tuvieron una etapa de laboratorio, y 27 (algo más de la mitad) pasaron a la etapa de planta piloto. De los 23 restantes, algunos no necesitaban de esta segunda etapa (los parámetros se habían determinado con suficiente precisión) y sus resultados se incorporaron directamente a la producción. Se trataba principalmente de desarrollos que implicaban modificaciones menores. Por otra parte, de los 27 de la etapa piloto, 12 fueron llevados a la escala de fábrica por el propio SATI, encargándose las empresas mismas, en muchos de los casos restantes, de llegar a esta etapa. Puede estimarse que cerca de las dos terceras partes de todos los proyectos de desarrollo ejecutados por el SATI han encontrado finalmente aplicación en las empresas.

En el cuadro 18 se aprecia que el grueso de los trabajos realizados estaban destinados a materiales, sobre todo semielaborados. Estos son en muchos casos productos finales de un proceso dado, y el mismo material es a su vez materia prima para otros usuarios. Les siguen los trabajos destinados a equipos, y en bastante menor proporción los destinados a la puesta a punto y modificación de procesos. Puede entreverse que a nivel nacional es necesario insistir más en el control de calidad operativo, principalmente de materiales semielaborados, como lo confirman los resultados de los seminarios llevados a cabo sobre control de calidad, que reunían tanto el enfoque de los fabrican-



tes como el de los usuarios.

Teniendo en cuenta el destino de los trabajos realizados, como se detalla en el cuadro 18, son los equipos los que concentran la mayor actividad, sobre todo en el área de mantenimiento. Este tema tiene evidentemente gran importancia en la operación industrial y puede llegar a cubrir un aspecto muy poco frecuente en Argentina y que debería fomentarse, que es el mantenimiento preventivo. Para la incorporación de este tipo de actividad se requiere una mayor planificación y un conocimiento más profundo de determinadas técnicas. En lo referente a procesos, resulta lógico que dos tercios de los trabajos correspondan a puestas a punto, con un "know-how" relativamente fácil, mientras que sólo un tercio se refiera a modificaciones de alguna importancia.

La clasificación de los trabajos según su grado de complejidad que se indica en el cuadro 19, permite observar que más del 80% de los mismos son de mediana y gran complejidad; uno de cada cinco trabajos corresponde a esta categoría. Se deduce de esto que, en efecto, se está cumpliendo uno de los propósitos del Laboratorio, que es el de proporcionar a la industria servicios de alto contenido científico-técnico, procurando no superponer actividades con otras instituciones que puedan encargarse de los trabajos rutinarios de menor complejidad.

Otro ángulo importante del análisis lo constituyen las características de los clientes del SATI. Los datos presentados en el cuadro 20 indican que 135 trabajos fueron encargados por empresas privadas de capital nacional, 59 por empresas privadas de capital extranjero y 48 por empresas estatales. Es decir, casi la mitad de los trabajos fueron para empresas grandes. El total de empresas que solicitaron trabajos al SATI llegaba a 142 (cuadro 21); de las cuales 20 habían recurrido al SATI en tres o más oportunidades, por lo que podrían ser calificadas como "clientes regulares". Analizando estas 20 empresas se halla que 10 eran privadas de capital nacional, 6 privadas de capital extranjero y 4 estatales. Por otra parte 12 eran de gran tamaño y 8 medianas o pequeñas. También resulta interesante observar que en este grupo 8 empresas no pertenecían a la rama metalúrgica. De las 6 empresas de capital extranjero, 5 eran de gran tamaño; todas las estatales eran grandes. Además, 4 de las 6 empresas privadas de capital extranjero, y 3 de las 4 estatales, no pertenecían a la rama metalúrgica; los trabajos que solicitaban estaban principalmente destinados al uso y mantenimiento de equipos.

El cuadro 22 se refiere al grado de complejidad de las tareas encargadas por cada grupo de empresas según el origen de su capital. Puede apreciarse que las empresas privadas de capital extranjero solicitan relativamente pocos trabajos de gran complejidad, y que las estatales casi no han requerido trabajos de baja complejidad, por realizarlos en sus propios laboratorios o en otros laboratorios nacionales. En cuanto a las empresas privadas de capital nacional, muestran una mayor proporción de trabajos de menor complejidad. Esto se debe a la ejecución de tareas de promoción por parte del SATI, en respuesta a su política de apoyo a la industria nacional. Finalmente, cabe consignar que las empresas nacionales, privadas y estatales, requieren proporciones considerablemente mayores de trabajos de gran complejidad que las empresas privadas de capital extranjero.

Por último, el análisis cuantitativo abarca los trabajos de desarrollo en fun-

ción de las características del cliente, que se detallan en el cuadro 23. En su gran mayoría (el 80%), estos trabajos se realizaron para empresas privadas de capital nacional; más de la mitad han sido solicitados por empresas de pequeño tamaño. Se aprecia además que la tercera parte del total de trabajos encomendados por las empresas privadas de capital nacional eran trabajos de desarrollo.<sup>33</sup> Con lo cual se destaca la importancia del apoyo tecnológico que el Laboratorio, a través del SATI, ha brindado a la industria nacional privada. Los trabajos de desarrollo solicitados por empresas privadas de capital extranjero eran escasos y no se referían al desarrollo de nuevos productos. Ello concuerda con la hipótesis de que esas empresas, gracias a su conexión tecnológica con sus casas matrices, necesitan recurrir muy rara vez a la I y D nacional para la adaptación o modificación de procesos. Nótese por otra parte la baja proporción de trabajos de desarrollo en los pedidos de empresas estatales: sólo 5 casos, y entre ellos sólo uno destinado a nuevos productos. Esto se debe a que muchos de los pedidos se originaron en empresas u organismos que no pertenecen a la rama metalúrgica.

### 3) Otros comentarios sobre la acción del SATI.

#### *Evolución de las actividades:*

La acción de apoyo a la industria realizada por el Laboratorio a través del SATI debe considerarse exitosa. El SATI tiene en la actualidad un exceso de demanda por parte de la industria, porque su personal ha debido tomar principalmente responsabilidades crecientes en relación con la Central de Atucha. La carga de trabajo ha ido aumentando año a año, aunque el volumen de tareas para la industria ha disminuido en los dos últimos ejercicios. Este trabajo, evaluado en la sección anterior representa tan solo una parte de la actividad del SATI, pues en los últimos años más del 60% de su esfuerzo estuvo destinado a satisfacer las necesidades propias de la CNEA. El mayor peso relativo recayó en el envío de personal al exterior, para tareas relacionadas con el seguimiento y control de la fabricación de los componentes de la Central de Atucha. Esta gente debió abandonar temporarily sus tareas habituales, a cambio de la provechosa experiencia que permitió sentar las bases de una ayuda eficaz a la industria y tomar a su cargo la construcción de diversos componentes de la Central, iniciándose así el desarrollo de una incipiente industria nuclear, que se ve justificada con las dos próximas centrales de 600 MW (C.N. de Córdoba y C.N. de Bahía Blanca). Podría concluirse que hubo a corto plazo tareas que se dejaron de lado, mientras que se llevaron a cabo otras que fortificaron su acción a largo plazo.

Quizás sea más correcto referirse a la acción del Laboratorio en general y observar su distribución entre: a) actividades requeridas por los objetivos del marco institucional (CNEA), b) actividades propias, que comprenderían i) la formación de recursos humanos a diferentes niveles, ii) tareas de investigación y desarrollo con motivación propia, iii) tareas de extensión y apoyo a otros centros e institutos del país y del exterior, que son en general de tipo académico, y c) actividades para satisfacer requerimientos exteriores (por ejemplo la industria). En el cuadro siguiente se hace una distribución aproximada en términos porcentuales en tres puntos del tiempo, basada en información presupuestaria:

<sup>33</sup> La proporción superaba el 40% para los encomendados por las de tamaño pequeño.

	1962	1965	1971
a)	10	20	60
b)	85	60	30
c)	5	20	10

Las actividades indicadas tienden a satisfacer los objetivos del Laboratorio, que tienen dos características diferentes: permanentes, que por un lado deben responder a los objetivos generales del marco institucional y por el otro asegurar el mantenimiento del nivel de calidad y excelencia que asegure la creatividad del Laboratorio (abarcan las actividades de tipo a) y b) ii); y coyunturales, que dada la realidad del país, surgen de la estrategia de enfoque de la institución a los aspectos negativos y a las carencias que esa realidad presenta. Deben tener una característica esencialmente dinámica, para adaptarse a las variaciones coyunturales (comprenden b)i), b)iii) y c)).

En el cuadro se indica asimismo la disminución de la proporción dedicada a actividades propias, a medida que los recursos humanos y materiales se van volcando a tareas específicas en función de los requerimientos institucionales y de los requerimientos externos, en tanto que la aceptación de estos forma parte de los objetivos coyunturales. Sin embargo, la experiencia muestra que esta proporción no puede disminuir indefinidamente sin poner en peligro el nivel creativo. Podría decirse que existe un nivel mínimo de actividad propia, muy difícil de determinar con precisión, pues el porcentaje depende del mayor o menor peso de los objetivos coyunturales que se considere necesario atender. Alcanzando este nivel mínimo en un estado de régimen del funcionamiento de la institución, podría decirse que se ha llegado a una situación de *madurez*. El Laboratorio parece haber llegado a este estado.

Otro concepto, complementario del de madurez de un laboratorio, es el de *tamaño crítico*. En general, se hace referencia a un tamaño mínimo (a veces denominado masa crítica) necesario para que el laboratorio pueda operar a niveles satisfactorios de eficiencia. Se considera asimismo que existe un tamaño crítico superior o máximo, superado el cual esa eficiencia decrece rápidamente. El Laboratorio de Metalurgia parece poder aceptar aún un aumento de su tamaño, del orden del 50%, antes de llegar a ese punto. El desarrollo observado en las actividades del Laboratorio concuerda bien con la descripción que se ha hecho del proceso evolutivo de una institución científica en un país en desarrollo. Es importante tener en cuenta que el Laboratorio ha tardado casi 15 años en llegar a un estado de régimen, en el cual su tamaño, madurez y nivel científicotécnico lo han convertido en una herramienta apta para la transformación del medio en el cual se desenvuelve. En cuanto a la evolución que ha existido en el tipo de tareas que se ha proporcionado a la industria, que en el esquema ideal implicaba pasar de tareas sencillas a tareas más complejas, no es fácil llegar a una conclusión en base a la evidencia cuantitativa recogida. La impresión general de los profesionales del SATI es que, en efecto de una tarea de "trouble-shooting" y de asesoramiento sencillo se ha pasado a la creación tecnológica y otras tareas de gran complejidad. Este tipo de evolución no se ha dado en las industrias privadas de capital extranjero, que prácticamente no han solicitado trabajos de desarrollo y se han limitado a requerir estudios sobre fallas y sobre control de calidad. En algunas industrias del Estado el SATI ha efectuado una *acción promocional*, a partir de la realización de tareas poco complejas, que ha motivado la posterior realización de trabajos más elaborados, con un real nivel tecnológico.

Como corresponde a las condiciones imperantes en Argentina, el Laboratorio ha realizado muy poco *desarrollo innovativo*, puesto que la mayoría de los trabajos de desarrollo ha sido del tipo *de servicio*. Entre los que pueden calificarse de desarrollos innovativos figuran: la medición de desgaste de refractarios en alto horno, la fabricación de pares bimetálicos, el refinamiento del latón 70-30, la fabricación de intercambiadores por colaminación, la fabricación de aceros al niobio, la fabricación de barras de tungsteno, la fabricación de contactos tungsteno-plata, y algunos otros. En rigor de verdad, no han significado la creación de nuevas y grandes estructuras productivas, pero han llevado a la instalación de nuevas líneas de producción o de nuevos métodos importantes para la eficiencia de la empresa.

#### *La relación SATI-industria*

Existe la impresión entre el personal del SATI y del Laboratorio, de que se ha logrado transmitir a la industria una imagen favorable, y que se ha conseguido su respeto y su reconocimiento de que el nivel es bueno, aún en el plano internacional. El hecho de que se trate de un laboratorio de la CNEA ha significado a veces un obstáculo para establecer la vinculación deseada con la industria, aunque a la vez representó un total apoyo institucional por parte de las autoridades de la CNEA, con un accionar administrativo muy dinámico. Dentro del propio Laboratorio, se da una franca interacción entre quienes hacen investigación, desarrollo y servicios a la industria, con lo cual se da efectividad a la acción. Es obvio que esa interacción presenta aún desniveles, según los temas y grupos de trabajo afectados.

Se ha conseguido motivar al personal, el que exhibe una fuerte inclinación para poner su actividad científica al servicio de la sociedad (lo que ha permitido superar situaciones difíciles, como la suscitada en 1959). Esto lo ha llevado a interesarse por problemas aplicados, en solución de compromiso con la producción de resultados en investigación fundamental, presentados a revistas científicas internacionales de alto nivel. Además, la organización del Laboratorio ha permitido una permanente actualización de conocimientos a través de las actividades de investigación y docencia. El flujo de profesores y expertos del exterior ha permitido contrastar en forma continua el nivel del Laboratorio con los mundiales.

Las entrevistas mantenidas con clientes, y con personal del Laboratorio y del propio SATI, han permitido establecer la conveniencia de estudiar la función del SATI en dos áreas de interacción: SATI-industria (interacción externa) y SATI-Laboratorio (interacción interna). Resulta conveniente referirse a ellas por separado.

La interacción SATI-Laboratorio se produce a través del contacto personal. La observación muestra que esa interacción funciona bien con algunos grupos y presenta inconvenientes con otros.<sup>34</sup> En algunos casos la posición de un científico es subestimar el problema "nimio" que el SATI le somete, lo cual se agrava por la premura con que se le solicita el resultado, y que lo pretende alejar de su actividad normal de investigación. Sólo una correcta motivación puede hacer que el científico adopte una actitud intelectual más amplia

<sup>34</sup> Se sobreentiende que las consultas del SATI se efectúan a grupos con conocimientos que puedan ser de utilidad para la solución de problemas que se someten al SATI, y no para aquellos que trabajan en investigación fundamental.



que le permita valorar la importancia social de la actividad de asistencia técnica. En otros casos puede existir un planteamiento incorrecto del problema, por parte del personal del SATI. Ya se ha hecho referencia al tema de la formación de personal y a su importancia para la institución.

La interacción SATI-industria se realiza a través de múltiples canales. La falta de tradición del sector industrial hace que el principal canal de comunicación sea también la relación personal, efectuada generalmente a dos niveles: nivel directivo o ejecutivo (presidente, miembros del directorio, gerentes, etc.) y nivel técnico (superintendentes o profesionales de planta). Ambos presentan características distintas: mediante el primero llegan al SATI problemas más bien difusos y que incluso pueden estar fuera de su campo de conocimiento; por el segundo llegan problemas mucho más concretos y específicos, aunque tropiezan con la dificultad de la falta de consenso a nivel ejecutivo.

La manera algo desordenada en que se ha desarrollado la industria metalúrgica en el país y la situación de dependencia tecnológica vigente, hacen que el industrial no entienda correctamente el papel que debe desempeñar un servicio de asistencia técnica y las limitaciones que existen para las actividades del mismo. La posición del industrial oscila entre una fuerte subestimación y una sobreestimación de la real capacidad técnica de ese servicio. Esto se ve agravado por la amplitud del campo tecnológico que debe abarcar y por la diversidad de fuentes de tecnología empleadas en la industria. La falta de una política estatal dirigida hacia la promoción de la transferencia de tecnología de origen nacional, o a la correcta adaptación de la tecnología importada, hacen que en general el industrial demande trabajos de "trouble-shooting". La experiencia del SATI muestra que el industrial es reacio a invertir dinero en tareas de desarrollo, que rinden frutos a plazo mediano.

Finalmente, para apreciar la actividad del SATI es necesario tener en cuenta la opinión de sus clientes. En tal sentido se reproducen a continuación los comentarios vertidos por dirigentes de cuatro empresas que han podido entrevistarse, como también las respuestas de personal del SATI a algunas de sus objeciones.

*La relación SATI-industria vista por cuatro empresas clientes: \**

- a) *Empresa privada de capital extranjero (Alimentos y bebidas).* Esta empresa depende tecnológicamente de la matriz sólo para ciertas características del proceso. Sus ingenieros de producción tienen gran libertad tecnológica en todo lo referente a diseño, modificación y selección del equipo productivo. Su primer contacto con el SATI se produce en 1962, debido a la amistad entre el jefe de planta de la firma y uno de los ingenieros del mismo (daban clases en la misma facultad). Se les perforan los tubos de una caldera, se mandan las muestras al SATI, y éste encuentra la causa del desperfecto y proporciona una solución. Se le hace notar esto al fabricante de las calderas y éste responde que *casualmente coincide con muestras investigaciones al respecto*. Siguen las comunicaciones formales e informales entre el SATI y la empresa, siempre con óptimos resultados. Se considera conveniente seguir mandando sus problemas al SATI, y se estima que la relación continuará siendo provechosa. No se le pueden confiar problemas de desarrollo por las característi-

cas tecnológicas de la rama (alimentos y bebidas), que caen fuera de la especialidad del SATI. Sin embargo, manifiesta que *el SATI es nuestra tranquilidad*.

- b) *Empresa privada de capital nacional (Cerámica).* La empresa cuenta con un excelente laboratorio, que le permitió ganar apreciable ventaja sobre la competencia. La primera relación entre el jefe de laboratorio y la gente del SATI se debió a que aquél había mantenido con éstos relaciones profesionales, habiendo inclusive dado clases en el Primer Curso de Metalurgia para posgraduados en 1956. Como consecuencia, se afirma: *no me cabe duda de su capacidad. Yo ya sabía que allí había varios genios*. Se confiaron al SATI trabajos sobre problemas de su especialidad; en general participó en estos trabajos el personal del laboratorio de la empresa. El entrevistado opina que el SATI tiene la posibilidad de prestar un gran servicio a la industria, por contar con la infraestructura de investigación (el Laboratorio de Metalurgia) que le permite averiguar las *causas* de los problemas que le traen. Por otra parte, piensa que las empresas deben hacer sus propios desarrollos, sin confiarlos a un laboratorio como el SATI, porque la competencia puede pagar y obtener lo mismo, perdiéndose así toda ventaja. Las empresas en cambio han de recurrir a laboratorios externos para trabajos de "trouble-shooting" y control de calidad, para los cuales hubieran tenido que mantener personal y equipos caros subutilizados. Opina asimismo que el SATI no ha sido nada agresivo para con los industriales *que no saben lo que realmente vale porque nadie se los ha mostrado. La mayoría cree que se trata de un grupo de científicos encerrados en un laboratorio sin conexión con la realidad*. Opina que el SATI debería tener personal de relaciones públicas para vender mejor su imagen y publicitar sus actividades.

- c) *Empresa privada de capital nacional. (Metalmecánica, fabricación de material pesado).* El contacto con el SATI se inició a raíz de la graduación de un directivo técnico de la planta en uno de los Cursos Panamericanos de Metalurgia. Este *conocía la capacidad humana y material del Laboratorio* y afirma que el tamaño de su empresa no justifica un laboratorio propio, razón por la cual se le fue enviando trabajo, *hasta el cansancio*. Piensa concretamente que su relación con el SATI no ha sido todo lo fructífera que prometía. A él, como industrial, no le ha dado los resultados que hubiese deseado, por dos razones principales: 1) las características de las respuestas, y 2) los plazos de entrega. Un industrial necesita resultados *operativos*; saber por qué se rompió el caño y qué debe hacerse para que no se rompa más. Si le dan soluciones alternativas muy científicas y completas, pero poco operativas, no le sirven. Por otra parte, muchas veces los plazos de entrega no se atienden con la urgencia que el industrial lo requiere. El entrevistado piensa que si bien el SATI quiere servir a la industria, no tiene criterio industrial para hacerlo. Opina que en algunos casos la atención de los problemas industriales es considerada marginal por los mismos investigadores, en relación a su propio trabajo de investigación. Cree también que el SATI ha tenido una actitud pasiva: el cliente va hacia el SATI por propia iniciativa y el SATI no sale a buscar clientes. Está convencido, sin embargo, de la importancia de tener un SATI eficaz. De lo contrario como lo hace ahora, debe recurrir a *soluciones caseras*, que le salen caras. Fundamentalmente, se necesita una institución oficial que, con una sólida base de investigación, posea la tecnología que las firmas no pueden tener, y a la cual se pueda recurrir cuando se produce un requerimiento tecnológico de alto vuelo, para salir de la emergencia. Indica que tal vez la solución para el SATI, sea convertirse en un or-

\* Se basa en entrevistas con directivos de las empresas.



ganismo con más vida y con dinámica propia, aunque sin cortar la relación que debe tener con el laboratorio de investigación.

- d) *Empresa estatal (Servicios públicos)*. Esta empresa ha creado recientemente un Departamento de Investigación y Desarrollo. Ha recurrido al SATI en años anteriores para solicitarle el estudio de fallas en tubos de caldera. El entrevistado tenía relaciones personales previas con gente del SATI, por lo que conocía el dinamismo de su dirección, la existencia de apoyo institucional, y la posibilidad de recurrir a las ciencias básicas necesarias. Por lo tanto, considera que podía acudir al SATI por problemas complejos. El primero que se le llevó fue relativamente simple: un ensayo de tracción. El que se le está estudiando en la actualidad es realmente complicado, pues se trata de roturas en un material que se halla sometido a grandes requerimientos de velocidad y fricción. Opina que el SATI tiene capacidad analítica, aunque no de síntesis; brinda evidencias que luego es necesario interpretar. Del análisis a la decisión en términos de alternativas industrialmente viables, existe todo un trabajo de elaboración que la empresa debe realizar, pero sería necesario que el mismo SATI lo llevara a cabo. El defecto puede hallarse en la carencia de una cabeza dedicada exclusivamente al SATI, para brindar la interpretación tecnológica de los resultados científicos. Esto es condición necesaria para que pueda hablarse de verdadera transferencia y para su cumplimiento el SATI necesitaría convertirse en un verdadero organismo, y no en un simple apéndice del Laboratorio de Metalurgia.

*Respuestas de personal del SATI a las objeciones de los industriales:*

*Objeción:* Cuando los industriales están muy apurados, y necesitan una solución o respuesta inmediata, el SATI demora más de lo conveniente; es decir, no es capaz de responder con la rapidez que necesita el industrial, acuciado por plazos de entrega.

*Respuesta:* Este es un problema de costos, porque el SATI debería contar con personal que estuviera siempre dispuesto a recibir cualquier pedido e iniciar el trabajo de inmediato. Por el momento, la dimensión del Laboratorio, y el flujo de pedidos no lo justifican; si se dedicara gente a responder a un trabajo en lugar de otro, uno de los dos se retrasaría. La deficiencia puede asignarse también al empresario, que en muchos casos espera hasta último momento para llevar el problema; aunque por supuesto, debe reconocerse que *la falla no avisa*.

*Objeción:* Muchas veces el SATI no responde con resultados o recomendaciones concretas, sino con alternativas; la falla puede deberse a esto o aquello, y estas respuestas deben transformarse en operativas por los propios industriales. En tales casos, los clientes no saben a qué atenerse; en otras palabras, se acusa al SATI de actuar, en muchos casos, con criterio cientificista.

*Respuesta:* La actitud del SATI no es cientificista sino antiempírica. Si no se puede conocer con exactitud la verdadera causa del problema,<sup>35</sup> la única ac-

35 Muchas veces falta la información. Por ejemplo, se rompe un cilindro de laminación y no se indica a qué temperatura se estaba laminando. No se sabe qué reducción tenía la pasada. Se piden muestras del material que se estaba trabajando y no se las puede proveer.

titud sería que cabe es acotarlo lo más posible, ofreciendo las alternativas que surgen del análisis. También es necesario que el industrial cuente con buenos ingenieros, que no sólo conozcan de producción, sino también de metalurgia y puedan entrar más profundamente en el problema, evaluando *in situ* las alternativas que les da el SATI. El SATI no puede estar en cada proceso y en cada producto.

*Objeción:* El SATI no tiene criterio industrial y le falta enfoque económico.

*Respuesta:* No tiene tal criterio ni ha sido su objetivo tenerlo; pues sería convertir un Servicio de Asistencia Técnica en un Instituto de Tecnología. El SATI procura encontrar la mejor solución técnica. La compatibilización técnico-económica debe hacerla la empresa que hace la consulta. No obstante, ha habido casos en los que el SATI ha efectuado un estudio de factibilidad, evaluando alternativas tecnológicas y cumpliendo con esos requisitos de *criterio industrial*, como en el caso de la Central Nuclear de Atucha, aunque lo ha hecho mediante la integración de un equipo tecnicoeconómico de mayor envergadura.

*Objeción:* El SATI ha sido pasivo y no ha salido a buscar clientes en forma agresiva.

*Respuesta:* Cabe recordar que entre los objetivos del Laboratorio, la prestación de asistencia técnica a la industria en general es un objetivo coyuntural. El mismo toma características de objetivo permanente cuando está relacionado con un plan nuclear y con el estímulo a una mayor participación de la industria nacional en ese plan.

*Formación de personal para el SATI:*

El proceso de formación del personal es largo y complejo. Debe compatibilizar el conocimiento y el lenguaje empiricotecnológico del profesional de la industria con el conocimiento y el lenguaje científicotecnológico del profesional de laboratorio y lograr una capacitación que respete ambos extremos y actúe como intérprete entre los dos universos. En la interacción interna, los interlocutores son siempre los mismos (los profesionales del SATI y los del Laboratorio), por lo cual se puede considerar que llega eventualmente a un estado de régimen. En cambio, en la interacción externa, los interlocutores se hallan en continuo cambio y someten al técnico del SATI a verdaderos exámenes de conocimiento. Es así que se considera que el personal del SATI debe tener capacidad para rendir estos exámenes a que se los somete constantemente. El profesional puede provenir de los cuadros científicotécnicos o del sector industrial. En ambos casos se le debe dar un entrenamiento cuidadoso, a través de una formación de posgrado y una actuación no menor de dos años en tareas de investigación aplicada, que lo familiaricen con el quehacer científico y con el método científico. Esto permite al mismo tiempo establecer estrechas relaciones de trabajo entre los grupos de investigación y el personal del SATI.

En los grupos de trabajo resulta conveniente que existan una o dos personas que trabajen en problemas aplicados. Estos serían los interlocutores principales del personal del SATI. Por parte de la industria, es también importante la existencia de profesionales familiarizados con actividades de desarrollo. Esto puede obtenerse si el cliente envía a alguno de sus profesionales a cola-

borar en la ejecución de los trabajos solicitados, lo que no es todavía práctica usual, aunque se ha aplicado con verdadero éxito en varias oportunidades. Los cursos de reciclado para profesionales de industria son otra alternativa que el SATI ha empleado para lograr este propósito.

## CAPITULO 4

### OBSERVACIONES FINALES

La fortificación y desarrollo de la ciencia nacional y su puesta al servicio de las actividades productivas, en particular de la industria requiere una acción estatal que debe incidir: a) sobre la oferta de ciencia, mediante el refuerzo de la infraestructura científicotécnica, b) sobre la demanda de ciencia, y c) sobre la relación entre oferta y demanda.

Poner la ciencia al servicio de la sociedad en un país semi-industrializado y dependiente como la Argentina no es resultado automático del crecimiento rápido de la infraestructura científicotécnica; también es necesario estimular la demanda de ciencia. Una política de índole general que trate de activar esta demanda debe ser complementada por una acción paralela que obre sobre las mismas instituciones científicas para impulsarlas a concretar la transferencia hacia la sociedad. El refuerzo del sistema científicotécnico debe tener en cuenta las características de las instituciones, a fin de que aquellas destinadas a la creación tecnológica y a los servicios científicotécnicos tengan la estructura adecuada y administración ágil que les permita desempeñar un papel activo frente a la industria. En otras palabras debe llevarse a cabo una acción nacional en materia de administración científica, procurando organizar y motivar a las instituciones de tal forma que puedan articularse eficientemente con personal idóneo que pueda entenderse tanto con los científicos como con la gente de la industria, quizás a través de la creación de grupos de transferencia, y no tan solo de extensión. Debe procurarse asimismo motivar al personal científico, enseñar a los directores las reglas del oficio, introducir el control de gestión, etc. Todo lo cual implica como corolario, que en todo proyecto de instalación de capacidad científicotécnica nueva destinada al apoyo de la industria, ya sea que se realice mediante la creación de un centro nuevo o por el refuerzo estructural de uno ya existente, se exijan estas condiciones básicas para una organización *empresaria* del instituto, que asegure su eficiencia tanto interna como externa.

El propósito de este trabajo sobre ciencia e industria no ha sido hacer un manual de prácticas exitosas, sino explorar la relación ciencia-industria y analizar cómo se ha dado en un caso particular, teniendo en cuenta el marco nacional y el institucional propios, y el proceso de evolución experimentado por el laboratorio en estudio. Existe literatura sobre el funcionamiento de instituciones científicotécnicas en lo que podría llamarse su *estado de régimen*. Sin embargo, la problemática particular de América Latina, donde se crean instituciones que luego no alcanzan esta etapa, hace deseable estudiar en detalle el caso de una institución que ha accedido a su estado de régimen y examinar el proceso a través del cual se ha logrado ese resultado.

Una institución llega a su estado de régimen cuando alcanza el grado de calidad, creatividad, madurez, etc.; tamaño crítico adecuado; buenas relaciones de acople;



y cumple un alto porcentaje de los objetivos institucionales propuestos. Cuando ese estado de régimen no se alcanza porque la institución desaparece antes de llegar a él, o se mantiene en niveles inferiores a los señalados, las razones pueden ser múltiples: políticas, sociales, económicas, y científicotécnicas. Las primeras pertenecen a un contexto que no abarca el presente trabajo; lo estudiado sobre las científicotécnicas permite destacar tres factores que explican esta situación:

- 1) La falta de objetivos claros y definidos
- 2) El planteo indebido de los objetivos, que no contemplan la realidad nacional.
- 3) La incapacidad o mediocridad de la dirección científicotécnica.

De estas razones surge la importancia de la correcta definición de los denominados *objetivos coyunturales*, como forma de guiar la acción para que se supere la etapa de *diseño y puesta en marcha* de la institución (estado transitorio) y acceda al estado de régimen. La duración de esa etapa inicial esta condicionada por el entorno de la realidad nacional; en el caso del Laboratorio de Metalurgia ha insumido 15 años.

Es importante entonces insistir en la comprensión del principio, crecimiento y consolidación de una institución científicotécnica, cómo se logran esas etapas y cómo tiene lugar su conexión y fructífera interacción con la industria. Este es un proceso gradual, cuya descripción se ha intentado en el texto mediante un esquema evolutivo; no es fácil de lograr en América Latina por los distintos obstáculos que se presentan, y por la fuerte dependencia de la industria de la tecnología extranjera, que dificulta su transformación en cliente de la ciencia nacional. Este proceso debe ser apoyado por el Estado no sólo con medidas de carácter general que incidan sobre la demanda de la ciencia por parte de la industria sino investigando en los principios de la administración científicotécnica y capacitando en este tema a los administradores científicotécnicos y a los propios investigadores. Este proceso debe explorarse mediante estudios de casos como el presentado en este trabajo. En el otro extremo del espectro, si se considera que la tecnología es un factor importante y a menudo crucial en el accionar empresario, se impone una acción exploratoria del tema *administración de tecnología* en el sector industrial. Es necesario clasificar, ordenar y evaluar el conocimiento que resulte de explorar las prácticas seguidas en las firmas exitosas, y llevar a cabo acciones para la capacitación del personal empresario en este tema.

A nivel estatal, parece importante tomar en cuenta el total del problema tecnológico y diseñar una política para el manejo de este factor, que tenga en cuenta su producción interna, su importación, su arraigo, su modificación y su exportación. Ha de prestarse particular atención al manejo del poder de compra del Estado, cuya importancia se ha evidenciado en el caso de la construcción de la Central Nuclear de Atucha y en los planes para las centrales nucleares que le siguieron.

Se plantea el interrogante de qué tipo de institución puede convenir a un país de América Latina para realizar el apoyo científicotécnico que su desarrollo industrial requiere. Los diversos tipos de instituciones tienen ventajas y desventajas.

En los *institutos universitarios*, generalmente el énfasis se halla en los aspectos académicos, de modo que tienden a llevar a cabo docencia e investigación más bien que desarrollo y servicios, y no es fácil que se mantenga un contacto continuo con la industria y que se sirva a los propósitos de ésta más allá de trabajos ocasionales.

Los *laboratorios nacionales* pueden constituir una buena solución, si se dan las condiciones necesarias de estructura ágil y sin pesadez burocrática, y de administración científicotécnica eficiente. En este sentido, debe tenerse presente lo indicado sobre la claridad y precisión de sus objetivos.

Las llamadas *asociaciones de investigación*, formadas por empresas de la misma rama industrial, a veces con apoyo estatal, abundan en países europeos. Son criticadas porque al servir a toda una rama industrial generalmente se limitan a proveer servicios científicotécnicos y desarrollo "de servicio". Rara vez se les demanda desarrollo del tipo innovativo. Una de las causas reside en los problemas del secreto industrial.

Otro modelo, originario de los Estados Unidos y hoy con alguna aceptación en Europa, es la *fundación para realizar investigación por contrato*, como el Battelle Memorial Institute y el South West Research Institute. Este tipo de organización ha sido recomendado en años recientes a países de América Latina. Existen dudas, sin embargo, sobre si la industria de América Latina, por sus características, puede aprovechar en estos momentos una institución de esta naturaleza.

Finalmente, restan mencionar los *institutos promocionales*, cuyo modelo bien puede ser el ENIDE, mencionado en la sección 4 del capítulo 2. Es una institución intermedia entre la ciencia y la industria, cuyo accionar no es la mera producción de resultados científicotécnicos sino la compra y venta de tecnología industrial. En términos comparados, es como si al SATI se lo sacara del Laboratorio y se lo convirtiera en empresa, que utilice toda la infraestructura científicotécnica del país para sus propósitos.

Cualquiera de estos modelos puede ser eficaz si el instituto en cuestión tiene correctamente definidos sus objetivos, y está administrado con idoneidad. Sin embargo, para la coyuntura latinoamericana, el modelo de instituto promocional parece ser una herramienta que permite utilizar eficientemente toda la infraestructura científicotécnica, independientemente de los fracasos parciales que en ella pueden sucederse. En América Latina existen institutos que realizan servicios de ensayo, control de calidad, asistencia técnica, etc. para la industria, pero que no le proporcionan desarrollo; sus actividades de investigación se efectúan sobre temas del propio interés de los investigadores. ¿Cómo elevar el nivel de estas instituciones? ¿Cómo ponerlas en contacto con la industria y al servicio de ésta? Una posibilidad es, previa redefinición de sus objetivos, nuclearlas mediante programas nacionales por sectores industriales, y motivarlas para que actúen de manera coordinada y eficaz. Esta colaboración de diversas instituciones en programas para la industria puede ser una buena forma de aunar esfuerzos y complementar capacidades científicotécnicas, aunque sería conveniente contar con una institución líder, que podría ser aquella de mayor experiencia, dotada con el personal de más alto nivel y cuya conducción es más enérgica.

Esto conduce a un esquema más amplio que el modelo evolutivo descrito para una institución aislada. En base a la experiencia ya examinada del Laboratorio de Metalurgia, evoluciona en el tiempo construyendo su plantel humano, ganando experiencia en su especialidad y utilizándola luego para servir a la industria mediante un órgano de transferencia. Se logra además energizar a otras instituciones mediante la formación del personal necesario y el establecimiento de programas de cooperación para la industria. El esquema evolutivo generalizado en esta forma presenta gran interés como herramienta de planeamiento. Se trata de lograr un efecto multiplicador: desarrollar sólo una institución a fondo y luego apoyarse en ésta para desa-



rollar otras. Como instrumentos de trabajo efectivos pueden usarse los programas a nivel nacional con participación de las diversas instituciones. Esta estrategia parece más fecunda que la de dispersar esfuerzos en multitud de instituciones aisladas que luego no logran el despegue para su propio accionar. Este efecto multiplicador, por otra parte, no debe restringirse al área nacional, sino que puede extenderse a toda América Latina; es el enfoque implícito en el criterio adoptado por la OEA, al crear centros de excelencia y programas multinacionales.

En esta somera mención no puede dejarse de lado el aspecto educativo. La formación de personal apto para llevar a la industria por el sendero de la productividad y de la eficiencia requiere algo más que la educación en la Universidad tal como se la practica hoy en Argentina y, presumiblemente, en otros países de América Latina. Los programas de posgrado pretenden suplir esta deficiencia. Es muy importante en estas actividades tener presente las diferencias entre: cursos de actualización para profesionales de la industria; cursos de especialización para el personal de la industria; cursos para actualización o perfeccionamiento de personal científicotécnico de investigación, todos ellos dentro del tercer nivel; y la instauración del cuarto nivel, dirigido a la formación de doctores en ingeniería o en ciencias, cuya característica básica debe ser el desarrollo de su capacidad creativa.

En resumen, la solución para cada país debe ser propia y responder a sus características. No hay recetas, pero se pueden extraer enseñanzas de estudios de casos, razón por la cual se espera que el presente motive la realización de muchos otros. Para estos estudios se sugiere adoptar un punto de vista histórico-evolutivo. No basta otorgar a las instituciones científicotécnicas más recursos financieros y más recursos humanos. Es necesario analizar cómo definir claramente sus objetivos, cómo organizarlas, cómo motivarlas y cómo acoplarlas a la industria. Las soluciones simplistas corren el riesgo de crear elefantes blancos. También es importante actuar en la industria, en el tema de administración de la tecnología dentro de la empresa, hasta ahora muy descuidado. Estos dos temas de administración de las instituciones científicotécnicas y de administración de la tecnología en el seno de la empresa, son de gran importancia, por lo cual las instituciones internacionales principalmente volcadas hacia América Latina debieran insistir en programas que incidan sobre ellos, investigando sus problemáticas, buscando encontrar las mejores prácticas, codificándolas y transmitiendo los conocimientos obtenidos.

## ETAPAS EN EL LOGRO DEL PODER NACIONAL DE DECISION TECNOLOGICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL \*

La descripción esquemática que sigue se apoya en la secuencia de actividades que va desde la creación de nuevos conocimientos hasta la producción industrial que los emplea. Este proceso se aprecia en el gráfico adjunto.

1. Las empresas extranjeras que instalan una planta industrial, según un proceso investigado y desarrollado en el país de origen, contratan allí la ingeniería de diseño y cálculo y la construcción de los equipos. La instalación se realiza sin ninguna base de adaptación previa, y tanto ésta como la puesta en marcha y la operación posterior se confían a la supervisión de técnicos extranjeros enviados por la casa matriz. El personal técnico local ejerce a lo sumo tareas de cuadros intermedios entre la supervisión y la mano de obra local. En esta etapa, también los capitales locales cuando se deciden a una inversión de carácter industrial contratan afuera el "know-how", la ingeniería y la supervisión.

2. Por razones de costo y lento convencimiento de la eficiencia de los cuadros técnicos locales, se va efectuando un traspaso a éstos de la supervisión de las operaciones, pero manteniendo el control tecnológico por parte de la casa matriz, de cualquier nuevo desarrollo o ampliación, hasta la operación de puesta en marcha.

Por las mismas razones, los capitales locales no mantienen por mucho tiempo los cuadros técnicos extranjeros y los reemplazan por técnicos contratados en el país. Pero también ellos, en caso de necesitar ampliaciones o de pensar en nuevas implantaciones, vuelven a recurrir al "know-how" y a la ingeniería importados.

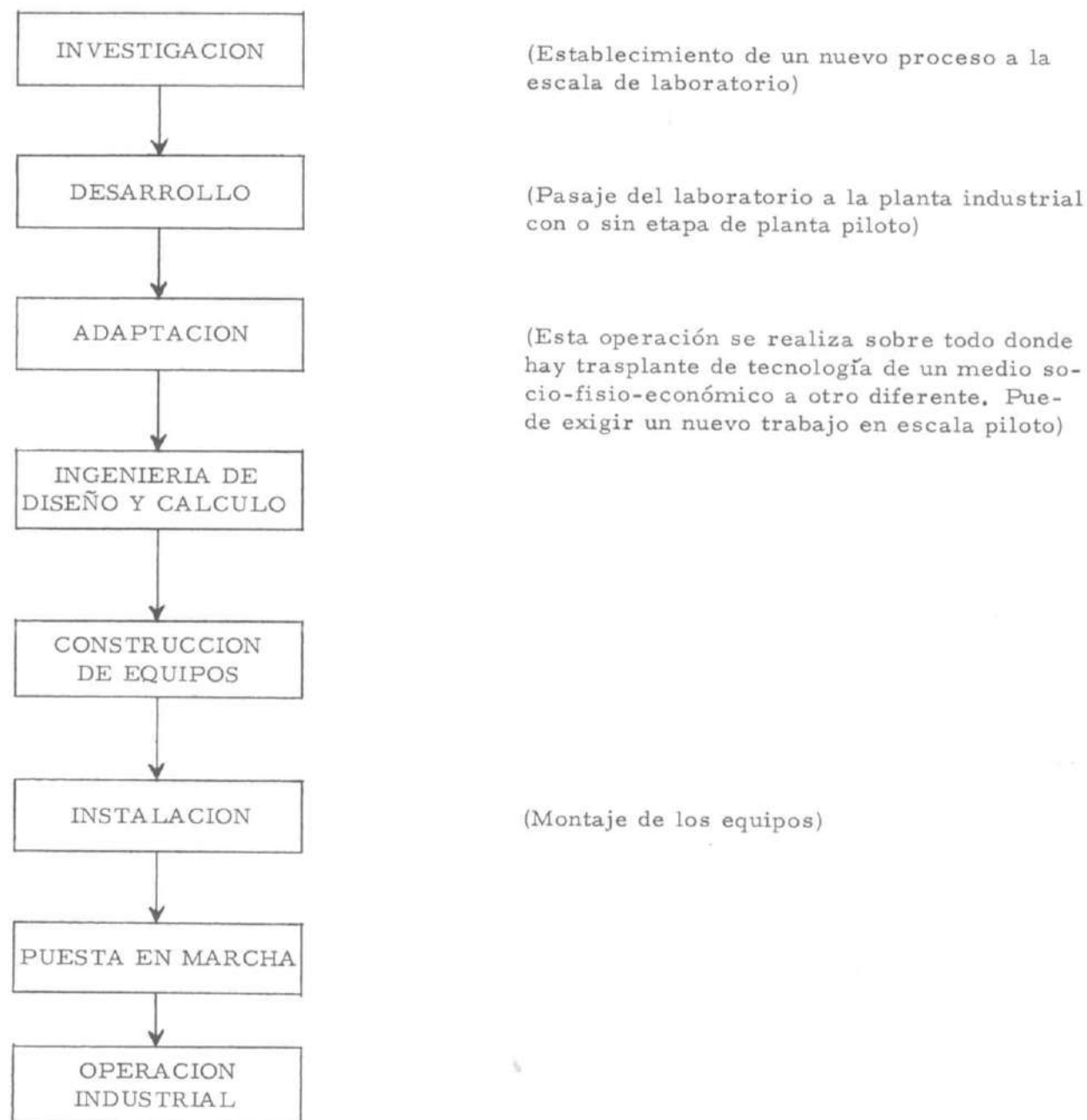
3. Pequeños problemas que siempre se presentan en la operación normal de toda planta obligan a ir creando servicios incipientes de ingeniería (trouble-shooting) y mantenimiento.

Estos trabajos de modificación o reemplazo van haciendo desarrollar paralelamente la industria de la construcción de equipos, demostrando a las casas matrices que es posible realizar ingeniería localmente a menor costo, por la diferencia de salarios que siempre existe entre los países altamente industrializados y los de menor desarrollo.

A partir de ese momento en los nuevos proyectos se confía parte del trabajo a las empresas locales: el de tecnología más simple. Asimismo, se comienza a adquirir parte de los equipos en el país donde la instalación va a realizarse. Debe recordarse que la propia evolución de la industria productora de equipos la lleva a presionar sobre los poderes públicos en busca de protección aduanera, la que generalmente obtiene.

\* Basado en el trabajo de M. Kamenetzky y A. Aráoz, *Investigación y Desarrollo en las Industrias de Proceso Argentinas*, presentado al 5° Congreso Panamericano de Ingeniería Química, Buenos Aires, 1969.

## AMPLIACION DEL AREA DE DECISION TECNOLOGICA



La mayor parte de las empresas de capital autóctono difícilmente llega a esta etapa, ya sea porque éstas no tienen envergadura para invertir en este tipo de departamento de ingeniería, como por el nivel cultural de su dirección, que no les permite comprender los beneficios de esas estructuras internas. A partir de entonces, esta actividad se confía a consultores locales (ingeniería extra-empresarial) o se mantienen indefinidamente sus lazos de dependencia tecnológica con el exterior.

4. A esta altura de la evolución las etapas se superponen. Algunas empresas quedan en la etapa anterior y nunca llegan a efectuar un trabajo completo de adaptación o desarrollo. Otras van incorporando etapa tras etapa hasta dejar en manos extranjeras sólo la investigación. También en estos casos se producen variaciones según el grado de libertad que los departamentos de desarrollo e ingeniería de las filiales obtengan para la adaptación, el diseño y la contratación de los trabajos.

Con las empresas autóctonas ocurre un fenómeno curioso: o se quedan inmovilizadas en la etapa descrita en el punto 3, o realizan esfuerzos dignos de encomio para llegar en algunos casos hasta la investigación de procesos.

A medida que ocurre este proceso histórico y a causa de que las dos primeras etapas suelen pagarse con tremendos y costosos errores por falta de trabajos de adaptación convenientes, el cuerpo social y económico del país va tomando conciencia de la necesidad de reservarse la decisión tecnológica. El sector público acompaña en proporciones diferentes según los países esa paulatina maduración con medidas como:

- a) La protección aduanera que obliga a adquirir proporciones crecientes de bienes en el país.
- b) La obligación de una participación mínima de técnicos locales en los cuadros de dirección y ejecución de las filiales de empresas extranjeras.
- c) El control de una determinada proporción del capital accionario.
- d) El control de los pagos por licencias y "royalties".
- e) Una política cultural coherente y planificada para la formación y mantenimiento de los cuadros técnicos que el desarrollo industrial y la evolución científica y tecnológica exigen.
- f) El apoyo a las inversiones en investigación y desarrollo, mediante créditos, desgravaciones impositivas y subsidios.
- g) El fomento de la exportación de tecnologías.

## MEDIDAS ADOPTADAS POR DIVERSOS PAISES PARA PROMOVER LA DEMANDA DE CIENCIA NACIONAL

## 1. Canadá

Hacia el fin de la década del cincuenta el gobierno canadiense comenzó a preocuparse por la situación de dependencia tecnológica de su industria, agravada por el hecho de que las firmas dominantes eran de propiedad extranjera.

La actividad científica era escasa en Canadá; la industria no tenía capacidad para innovar y para competir en los mercados mundiales. Existía una fuga de talentos debido a las pocas oportunidades de empleo para graduados en ciencia e ingeniería. Se deseaba producir material para la defensa nacional y para ello era menester elevar el nivel tecnológico de la industria.

Las medidas iniciales se aplicaron al sector de la industria que producía para la defensa nacional, y luego se implantaron medidas similares para otros sectores industriales con el propósito de fomentar la I y D industrial, que era considerada de capital importancia para el progreso tecnológico de la industria.

Se implantaron dos tipos de incentivos, el general y el específico. El general, a través de una ley (1962) que concedía grandes beneficios impositivos, y que permitía que, si la empresa estaba pagando el 50 por ciento de sus beneficios en concepto de impuestos a los réditos, su investigación le costara sólo 25 centavos por dólar. Además, se eximían de impuestos a los pagos que se recibieran del exterior para realizar investigación en Canadá, lo cual era posible en virtud del bajo costo que resultaba de los beneficios impositivos ya mencionados.

Por otra parte, se consideró que debían darse otros incentivos específicos a la industria, a fin de fomentar investigaciones de largo aliento que pudieran llevar a obtener primacía tecnológica en ciertas áreas. Se establecieron cuatro programas, dos de ellos relacionados con actividades de defensa nacional, y dos para la industria civil. En uno de estos últimos, el Gobierno, a través del Consejo Nacional de Investigación, comparte con la industria el costo de proyectos específicos tomando a su cargo los sueldos y salarios del personal (alrededor de la mitad del costo del proyecto). En 1966-67 se financiaron 151 proyectos por un total de 4,2 millones de dólares. El segundo programa civil concede un subsidio del 50 por ciento del costo total de los proyectos de "desarrollo", que la empresa reembolsa sólo si los resultados de la investigación se aplican comercialmente, en un plazo de 10 años a partir de la primera venta comercial. Las empresas retienen las patentes y otros derechos que puedan surgir. En 1965-67 se financiaron 96 proyectos a un costo total de 34 millones de dólares.

Aplicando todos los incentivos, resulta que un proyecto típico de I y D por un valor de 100,000 dólares le cuesta a la empresa 12,500 en caso de no tener éxito; si tiene éxito debe reintegrar además 19,000 dólares durante un plazo de 10 años.

Los resultados de estas medidas de aliciente han sido buenos. Se han creado numerosos laboratorios de I y D, inclusive en el caso de empresas de capital

extranjero, y ha comenzado a venderse investigación al exterior.<sup>1</sup>

## 2. Australia

En este país se ha promulgado en 1967 una ley por la cual se otorgan subsidios a las actividades de I y D de empresas industriales o mineras establecidas en él. Se subsidian gastos en I y D adicionales a los realizados en el año 1965-66, y se establecen dos categorías de subsidios: general y selectivo. Respecto al subsidio general, cualquier firma que cumpla con los requisitos puede recibir un subsidio del 50 por ciento de sus gastos en I y D hasta un gasto máximo anual de 50,000 dólares australianos. El subsidio selectivo beneficia a las firmas que trabajan en áreas cuyo desarrollo tecnológico se considera prioritario, y que pueden recibir el 50 por ciento sobre gastos anuales superiores a 50,000 dólares australianos. La definición de áreas prioritarias obedece a criterios de "interés nacional", como la utilización de recursos naturales, mayores exportaciones, ahorro de importaciones, aumento de la eficiencia de las empresas y los posibles efectos sobre la defensa nacional.

La Ley especifica ciertas actividades que son periféricas con respecto a la I y D y para las cuales no se otorgan los subsidios. Estas incluyen ingeniería de los métodos, investigación operativa, control de calidad del tipo rutinario, ensayo de materiales del tipo rutinario, la exploración o la prospección de minerales, trabajos de diseño para mejorar el estilo, investigación de mercado, promoción de ventas, estudios de factibilidad, estudios de administración de empresas, investigaciones sobre productividad del trabajo, investigaciones sobre sistemas de incentivos de salarios y servicios técnicos para los clientes. Esto asegura que sólo pueden recibir subsidios los trabajos de I y D cuyos objetivos sean nuevos productos y nuevos procesos en la industria australiana.

Los subsidios apoyan tanto los gastos de la empresa en investigación propia (sueldos y salarios del personal científico y técnico, gastos en planta y equipos destinados a I y D) como la compra de investigación vendida por una organización externa "aprobada" que se dedica a realizar I y D.<sup>2</sup>

## 3. Japón

Dentro de su esquema de política científica, Japón posee desde 1961 una Corporación Nacional de Investigaciones y Desarrollo, similar a la organización homónima inglesa. Esta Corporación financia gastos de investigación de firmas seleccionadas, generalmente destinadas a pagar proyectos en institutos de investigación. Si el proyecto es exitoso, la firma lo explota y paga el préstamo en 5 años de plazo. Si no es exitoso, la corporación absorbe la pérdida. Por otra parte el gobierno concede subsidios directos y otorga préstamos bancarios a las firmas que desean realizar investigación, y también a inventores privados. Estas medidas directas, aún no son de mucha envergadura; son bastante más importantes las medidas indirectas de promoción de la investigación industrial

<sup>1</sup> Orr, J. L., *Government's role in stimulating the innovation process*, y H. C. Douglas, *Incentives for Industrial Research in Canada*, ambos documentos publicados en versiones mimeografiadas por el Ministerio de Industria, Ottawa, Canadá, en 1965 y 1967, respectivamente.

<sup>2</sup> Commonwealth of Australia, *Parliamentary Debates (Hansard)*, Nos. 9 y 10, mayo de 1967, págs. 1852-1856, 2297-2303, 2340-2368 y 2385-2389.



que permiten, entre otras cosas, deducir los costos de un proyecto en el año en que se han realizado, amortizar aceleradamente las inversiones en equipos destinados a la investigación, y gozar asimismo de importantes deducciones respecto a los pagos efectuados a laboratorios de investigación externos a la firma.<sup>3</sup>

#### 4. Francia

Francia ha impulsado fuertemente su investigación industrial. Aparte de beneficios impositivos, las empresas que realizan I y D cuentan con apoyo financiero directo del programa de "asistencia al desarrollo", por medio del cual el estado "desea acelerar la puesta en producción apoyando financieramente al empresario y compartiendo con él los riesgos inherentes a todo producto nuevo... En caso de aprobar el proyecto, el Fondo de Investigación toma a su cargo el 50 por ciento del costo de desarrollo del nuevo producto", que es reembolsable sólo en caso de éxito.<sup>4</sup>

Por otra parte ha existido en Francia una política implícita en la gestión de las grandes empresas estatales en el sentido de utilizar su gran poder de compra para promover el desarrollo tecnológico de la industria de bienes de capital. El efecto de esta política, llevada a cabo desde el fin de la segunda guerra mundial, ha sido sumamente halagüeño pues permitió a sectores claves de la industria francesa llegar a un nivel tecnológico (basado principalmente en la creación nacional) comparable al de Estados Unidos y Alemania, y les facilitó su creciente participación en el mercado mundial.<sup>5</sup>

#### 5. Bélgica

Un reciente informe del Consejo Nacional de Política Científica de Bélgica,<sup>6</sup> examina los problemas del desarrollo industrial belga y propone una política de la investigación y de la innovación para la empresa y para el Estado. Sentado el convencimiento de que una evolución rápida es un elemento crucial para el desarrollo, y que esa evolución debe depender crecientemente de la capacidad científica y técnica nacional, pueden establecerse para los diversos sectores de la economía planes de acción que integren los elementos relevantes. Se compueba con alarma que Bélgica está en retraso en las ramas industriales de crecimiento más dinámico en el mundo (química, electrónica y partes de la rama mecánica) como consecuencia de lo cual es el país europeo en que la estructura exportadora sigue más orientada hacia los productos clásicos de lento crecimiento en el mercado internacional de manufacturas. Se hace notar que la política prácti-

<sup>3</sup> OCDE, *Reviews of National Science Policy: Japan*, París, 1967, cap. IV.

<sup>4</sup> Martin, J. M., *Promoción de la investigación industrial en Francia*, Documento N° 10 del Proyecto Ciencia y Tecnología, Centro de Investigaciones Económicas, Instituto Torcuato Di Tella, Buenos Aires, 1968.

<sup>5</sup> Martin, J.M., y E. Ruth, *Les relations intersectorielles dans la genèse des innovations techniques: l'expérience des industries équipant le secteur de l'énergie en France*, Université de Grenoble, Institut Economique et Juridique de l'Energie, 1968.

<sup>6</sup> *Recherche et Croissance Economique II*, Conseil National de la Politique Scientifique, Bruselas, 1968.

cada por el sector público en favor de la inversión industrial en años recientes no ha modificado mayormente la naturaleza y la repartición del conjunto de las inversiones industriales del país aún habiendo aumentado notablemente su volumen, pues esa política se ha apoyado sobre mecanismos esencialmente financieros y no ha involucrado criterios de "selectividad tecnológica". En las ramas industriales más dinámicas, de base científica, se nota una gran cantidad de fábricas nuevas, pero estas iniciativas provienen del extranjero, principalmente de los Estados Unidos, en una proporción cercana al 75% de los totales invertidos.

El informe considera que la inversión extranjera en sectores dinámicos es sólo una solución de corto plazo, pues aunque permite que el país comience a trabajar en estos sectores, la continuada dependencia tecnológica del exterior no es un elemento favorable para la participación creciente en el mercado mundial de manufacturas. Una solución de largo plazo sólo puede surgir de un esfuerzo propio en el dominio de la tecnología, y por consiguiente, dice el informe, "al tiempo de continuar acogiendo filiales norteamericanas como solución de urgencia, parece necesario sentar las bases de una política industrial centrada sobre la promoción de un potencial autónomo de innovación". Añade que la innovación está condicionada en primer lugar por la investigación, pero que ésta es una condición necesaria y no suficiente para asegurar el éxito de la política, pues lo que importa en el área industrial es que un descubrimiento dé lugar a un programa de fabricación y de expansión industrial.

El informe recomienda que se continúe apoyando la "investigación tecnológica de servicio" destinada a beneficiar a todas las empresas y todos los sectores de la economía nacional, pero que además se establezca un sistema de fomento a la "investigación tecnológica innovadora" que trata de crear productos nuevos y en consecuencia tiende a mejorar la posición competitiva de las empresas, tanto en el plano nacional como en el internacional. Propone unos programas globales para estas últimas, en los que se integran los esfuerzos de investigación, de innovación y de expansión comercial de la empresa. El apoyo del Estado a la investigación debe estar estrechamente vinculado con las otras formas de apoyo a la expansión industrial, utilizando simultáneamente los tres instrumentos que están a la disposición del Estado: apoyo a la investigación, apoyo a la innovación y utilización sistemática de los mercados del Estado para apoyar las líneas de producción nuevas de tecnología avanzada a través de órdenes de compra y de contratos del tipo "desarrollo más suministro". Este apoyo integral debe ser cuidadosamente otorgado, tomando como beneficiarias a las empresas que hayan demostrado su pujanza y su viabilidad económica, y no utilizándolo para prolongar la vida de empresas al borde de la quiebra.

#### 6. España

La Comisión de Investigaciones del Plan de Desarrollo propuso en 1968 asignar el equivalente de unos 7 millones de dólares para el financiamiento de programas coordinados de investigación en las empresas, a fin de fomentar la investigación industrial.<sup>7</sup>

El informe señala que la falta de demanda de investigación y el bajísimo volumen

<sup>7</sup> *La investigación científica y técnica. Preámbulo de la memoria de la Comisión de Investigaciones para el Plan de Desarrollo*, Madrid, 1968.

de investigación realizada por la propia industria figuran entre las causas fundamentales del atraso tecnológico de España. Aunque la apatía comienza a vencerse, de modo que se espera un rápido crecimiento de la demanda de I y D en un futuro próximo, es necesario adoptar medidas legislativas para acelerar este proceso. Para ello recomienda:

- a) que en forma progresiva deben establecerse sistemas de concierto entre la industria y el Estado, en los que éste sufrague un cierto porcentaje de los gastos de investigación de la industria recuperable en caso de éxito; este porcentaje podría ser creciente de acuerdo con el interés nacional que revista el proyecto;
- b) estimular a la industria para que haga investigación mediante la creación de un estatuto especial de Empresas Investigadoras, que lleve aparejada la concesión de beneficios fiscales y crediticios pertinentes;
- c) conceder exenciones impositivas y arancelarias para gastos de investigación;
- d) promover la investigación en las empresas públicas que, se señala, "por los fines de su constitución, son las más obligadas a realizar ese tipo de actividad";
- e) establecer obligatoriedad para las empresas mixtas de capital nacional y extranjero de realizar por su cuenta y en España, o contratar con centros nacionales, un volumen de investigación que esté en consonancia con su especialidad y su tamaño;
- f) fomentar mediante beneficios impositivos la utilización de los servicios de asesores científicos y técnicos;
- g) establecer para las empresas industriales de un determinado tamaño un Fondo de Investigación con un tanto por ciento sobre el volumen de ventas; estas contribuciones estarían exentas de impuestos;
- h) estudiar las patentes y licencias de origen extranjero que la industria española desee comprar, antes de autorizar su compra;
- i) vigilar todo lo relativo a investigación, compra y venta de patentes y regalías en las licencias para el establecimiento de filiales de firmas extranjeras;
- j) gravar progresivamente el uso continuo de licencias extranjeras en caso de no realizar en el país investigación propia o controlada;
- k) agilizar las normas administrativas que puedan ser obstáculo a la óptima utilización de las inversiones en investigación y al buen funcionamiento de los centros de investigación del sector público.

#### NIVEL EDUCATIVO EN LAS EMPRESAS ARGENTINAS, 1960-1961

Los datos con que se cuenta son de principios de la década del 60, puesto que los resultados del Censo de Población de 1970 se hallan aún en proceso.

El Cuadro 1 revela el bajo nivel educativo de la categoría ocupacional "Gerentes y Administradores" en la industria, en 1960: 4,7% de graduados universitarios, 7,3% con estudios universitarios pero sin título y 13% con educación secundaria completa. Sorprende ver que más de la mitad no había sobrepasado el nivel de la educación primaria. Los gerentes y administradores con mejor respaldo ocupacional son los de las ramas industriales dinámicas, como la química, la metalurgia y la maquinaria. En la química, casi uno de cada cuatro administradores ha ido a la universidad y el 5,4% posee grado universitario científico o técnico. En la metalurgia básica, el 5,8% posee tal grado. Esta proporción excede al doble de la correspondiente a la industria manufacturera en conjunto.

La estructura educativa de los administradores de las empresas grandes era mejor que la de la generalidad del sector manufacturero: en 1961, poseían 13,1 años de educación en promedio; el 15% sólo había recibido enseñanza primaria, el 50% tenía enseñanza secundaria y el 35% preparación universitaria completa o incompleta.<sup>1</sup>

Con todo, había aún una proporción demasiado grande de gerentes y administradores sin preparación universitaria, y una de las consecuencias de ese estado de cosas parecía ser cierta tendencia a no utilizar plenamente los recursos humanos de tipo profesional disponibles.

Por otra parte, es necesario hacer notar que los grupos más jóvenes de esta categoría ocupacional poseían en 1960 un mayor nivel educativo, y que de esa fecha hasta ahora ha existido una intensa acción destinada a formar ejecutivos bien preparados, particularmente en las grandes empresas.

La información permite también analizar, en principio, la capacidad de absorción por parte de las empresas de los resultados de la investigación. Para que las empresas puedan utilizar los nuevos conocimientos científicos y tecnológicos deben contar con suficiente número de personal técnico y profesional. La proporción de este personal en la industria argentina era del 1,35% en 1960, cifra no muy favorable cuando se la compara con las proporciones de otros países (Figura 1). Pero la proporción para el caso argentino comprendía un 0,6% de técnicos sin nivel secundario o universitario, un 0,45% de profesionales de carreras no técnicas y sólo un

<sup>1</sup> Almada, M.A., M.A. Horowitz, E.A. Zalduendo y otros, *Los Recursos Humanos del nivel universitario y técnico en la Argentina*. Instituto Torcuato Di Tella, Buenos Aires, 1965, 2a. Edición. Se practicó en 1961 una encuesta que comprendió 2000 empresas industriales que ocupaban más de 100 personas, relevando así un total de 764.000 individuos ocupados (el 41% de la ocupación industrial total de 1961), de los que alrededor de 12.000 se hallaban en la categoría ocupacional "Gerentes y Administradores".

CUADRO 1

ESTRUCTURA EDUCATIVA DE GERENTES Y ADMINISTRADORES, POR RAMA INDUSTRIAL, ARGENTINA, 1960

	Primaria o menos	Primaria completa	Secundaria (a)	Secundaria completa (a)	Universitaria (b)	Universitaria completa (b)	Universitaria. Carrera científ. y técn. completa	Universitaria. Ingeniería completa	TOTAL
Industria manufacturera	51,9	31,2	36,1	13,0	12,0	4,7	4,4	2,3	100
Aliment., bebidas y tab.	59,4	33,7	31,4	9,5	9,2	3,8	3,0	1,8	100
Textiles	44,6	30,4	41,9	15,7	13,5	4,4	3,7	2,1	100
Confecciones	57,9	37,5	34,7	10,2	7,5	2,6	1,5	1,2	100
Papel, vidrio y cerámica	65,3	29,9	26,8	9,7	7,9	3,3	3,0	1,5	100
Productos químicos y derivados del petróleo	33,4	21,9	43,8	17,6	22,8	11,2	8,8	5,4	100
Metalúrgicas primarias	47,9	29,0	36,3	13,0	15,8	6,8	10,1	5,8	100
Maquinarias y productos metálicos	42,3	28,3	41,6	16,6	16,1	6,0	7,7	4,0	100
Vehículos y material de transporte	52,3	34,9	37,1	12,9	10,6	3,5	4,9	1,8	100
Otras	57,4	33,7	33,7	11,8	8,9	3,0	2,0	0,8	100
Total de la Economía	58,2	26,6	31,2	11,6	10,6	4,1	3,4	1,7	100

(a) Incluye educación técnica  
(b) Incluye "enseñanza superior"

Fuente: A. Aráoz, *Los recursos humanos en la industria argentina*, op. cit. Instituto Torcuato Di Tella, Buenos Aires, 1967.

CUADRO 2

PROPORCIÓN DE PROFESIONALES CIENTÍFICOS Y DE INGENIERÍA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA ARGENTINA, 1960/61

	Todas las empresas, 1960	Empresas con 100 personas o más, 1961
Alimentos, bebidas y tabaco	0,2	0,3
Textiles	0,1	0,2
Confección, madera y artesanía	0,2	...
Imprenta, caucho, cuero y varias	0,1	0,6
Papel, vidrio y cerámica	0,2	0,5
Productos químicos y derivados del petróleo	2,4	1,4
Metalúrgicas primarias	0,3	0,6
Maquinaria y productos metálicos	0,9	1,4
Vehículos y material de transporte	0,4	0,4
Total industria manufacturera	0,3	0,6

Fuente: Aráoz, A. *Los recursos ...*, op. cit.

CUADRO 3

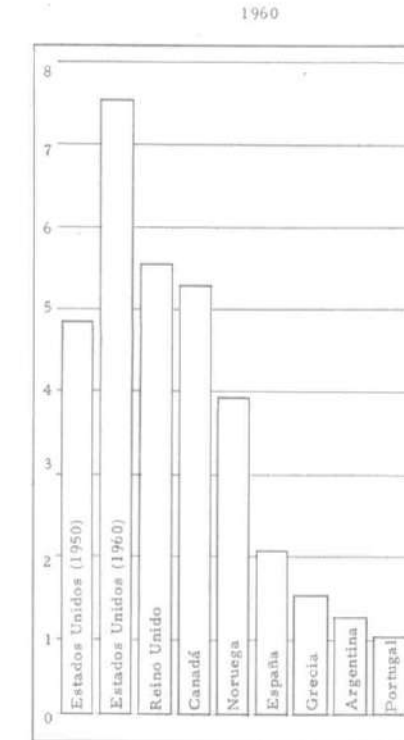
PROPORCIÓN DE PROFESIONALES Y TÉCNICOS EN LA FUERZA DE TRABAJO INDUSTRIAL ARGENTINA

	Profesionales	Personas en posiciones de nivel técnico
Censo de 1960	0,33	0,55
Empresas que empleaban más de 100 personas, 1961	0,6	2,2
7 empresas de tecnología avanzada, 1966-67	2,3	6,5

Fuente: Aráoz, A. *El cambio tecnológico y la preparación del personal medio en la industria argentina*, op. cit. CINTERFOR, Montevideo, 1967.

FIGURA 1

PERSONAL TÉCNICO Y PROFESIONAL EN LA INDUSTRIA DE VARIOS PAISES, 1960



Fuente: OCDE, *Education Human Resources and Development in Argentina*, op. cit., París, 1967, cuadro III-5

CUADRO 4

NIVEL EDUCATIVO DEL PERSONAL MEDIO EN LA INDUSTRIA ARGENTINA

	Promed. de años de educación	Porcentaje s/completar primaria	Porcentaje c/prim. y secundaria incompleta	Porcentaje c/secundaria completa o más
7 empresas, 1966/7				
Operarios altamente calificados	8,2	20,5	67,4	12,1
Grupo hasta 25 años de edad	10,2	4,9	65,4	29,7
Supervisores	9,6	13,1	53,2	33,7
Grupo hasta 35 años de edad	11,1	5,8	41,3	52,9
Técnicos	12,0	1,7	34,6	63,7
Grupo hasta 25 años de edad	12,7	...	23,3	76,7
Argentina, 1960				
Técnicos en todas las ramas industriales	...	11,7	28,7	59,6
Técnicos en la rama de maquinaria	...	6,6	27,1	66,3

Fuente: Aráoz, A. *El cambio tecnológico...*, op. cit.

CUADRO 5

NIVEL EDUCATIVO DE OPERARIOS INDUSTRIALES EN ARGENTINA

	Número	Porcentaje s/completar primaria	Porcentaje c/esc. primaria completa	Total	Porcentaje c/1 año o más de secundaria
Censo de 1960	1.920.000	49,5	51,0	100	12,5
Encuesta de General Motors, 1964	38.000	41,0	59,0	100	17,0
7 empresas de tecnología avanzada, 1966/7	12.000	39,3	60,7	100	19,8
Las 3 empresas (del grupo de 7) con operarios de nivel educativo más alto, 1966-1967 (a)	900	10,5	89,5	100	53,3

(a) Dos empresas químicas y una electromecánica.

Fuente: Aráoz, A. *El cambio tecnológico...*, op. cit.



0,3% de profesionales científicos y de ingeniería.<sup>2</sup> Esta última cifra es notablemente baja.

La proporción de profesionales científicos y de ingeniería en diversas ramas industriales para 1960/61 figura en el cuadro 2.<sup>3</sup> Las empresas que ocupaban más de 100 personas en 1961 poseían una proporción dos veces más grande que el total de la industria en 1960. La rama química y la de maquinaria eran las que acusaban proporciones mayores; en las otras ramas no eran abundantes los científicos y tecnólogos, particularmente en las llamadas "industrias tradicionales" o "vegetativas". Parecería, por lo tanto, que el grado de absorción de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos estaría limitado por la relativa escasez del personal que podría incorporar esos conocimientos a la industria, salvo quizás en las empresas más grandes, o en las dos ramas señaladas más arriba.<sup>4</sup>

Es indudable que el progreso tecnológico de la industria argentina estará estrechamente ligado a la calidad y al nivel educativo del personal que emplee. De acuerdo con un reciente estudio, las empresas que utilizan tecnologías avanzadas poseen estructuras ocupacional y educativa muy superiores a los promedios apuntados. Esto puede observarse en los cuadros 3, 4 y 5. Es de esperar que exista una tendencia general en la industria en esta dirección, particularmente en lo que se refiere al mayor empleo de profesionales de formación científica y técnica.

<sup>2</sup> Esta cifra no toma en cuenta a los profesionales que se desempeñaban como "Gerentes y Administradores".

<sup>3</sup> En el citado cuadro existe una inconsistencia entre las dos cifras para la rama química.

<sup>4</sup> En algunas ramas, como en la industria lechera, algunas de las grandes empresas de capital autóctono e incluso organizaciones cooperativas de productores carecen de un plantel de profesionales universitarios; algunas firmas que han pasado a control extranjero incorporan a sus cuadros elementos humanos locales de primera línea y adquieren equipos sin sujeción a proveedores del país de origen de sus capitales, buscando incorporar los últimos adelantos tecnológicos.

#### CLASIFICACION DE LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TECNICA A LA INDUSTRIA PARA SU ANALISIS CUANTITATIVO.

La clasificación adoptada permite el estudio detallado de las actividades de una institución como el SATI, pues establece distinciones que captan la naturaleza de la demanda de la industria. Los trabajos se han clasificado según el tipo de actividad, el destino del trabajo, su grado de complejidad y las características de la empresa que lo solicitaba.

##### 1. Clasificación según el tipo de actividad

- 1.1. *Asesoramiento:* Tareas de asesoramiento inmediato obtenidas por conocimiento directo del tema o por búsqueda bibliográfica. En algunos casos incluye la selección de materiales y especificaciones.
- 1.2. *Control de calidad:* Se aplica a las materias primas, a los productos semiterminados y finales, y al "operacional" de las distintas etapas del proceso de fabricación. Se ha clasificado según su grado de complejidad en:
  - 1.2.1. *Ensayos de rutina:* incluye los análisis químicos convencionales, los ensayos mecánicos y físicos, metalografía, etc.
  - 1.2.2. *Ensayos no-destructivos:* estos se han incorporado recientemente al control de calidad en el sector industrial. En general el industrial no conoce la metodología general de aplicación de los mismos, por lo que no le saca el debido provecho. En otros casos son casi ignorados.
  - 1.2.3. *Ensayos especiales:* incluye técnicas más complejas, que en muchos casos han debido ser desarrolladas exprofeso; por ejemplo, el análisis por "microsonda de Castaign", la metalografía por réplicas, los ensayos de tracción biaxial, etc.
  - 1.2.4. *Desarrollo de técnicas de ensayo:* Ante ciertos problemas particulares resulta conveniente elaborar técnicas especiales, que reemplacen los complejos trabajos del laboratorio y puedan emplearse en la planta, con la calidad y rapidez necesarias. Como ejemplo, se ha desarrollado la "metalografía por réplicas" para estudiar el estado de los tubos en las calderas; la medición del desgaste de refractarios en altos hornos; por medio de radioisótopos, etc.
- 1.3. *Desarrollo:* Se considera como desarrollo la investigación tecnológica tendiente a una aplicación directa en la producción. El desarrollo puede llegar hasta las escalas siguientes (las cuales implican haber trabajado previamente en las anteriores):
  - 1.3.1. *Escala de laboratorio:* Es la primera y consiste en repetir y obtener en laboratorio el proceso o producto que se desea fabricar, o que se fabrica defectuosamente.

1.3.2. Escala de planta piloto: Se lleva el proceso a una escala intermedia que permite observar problemas que surgen recién con el cambio de escala. Por ejemplo, a la obtención de pastillas sinterizadas con una prensa de mano y su sinterización en hornos pequeños muy bien controlados (escala de laboratorio) debe seguir la obtención de las mismas en pastilladoras automáticas o semi-automáticas de producción media y sinterizadas en hornos semicontinuos o continuos (escala de planta piloto). Esto permite pasar de la fabricación de algunas decenas diarias, a la de algunos miles. El paso siguiente es la:

1.3.3. Escala de fábrica: que consiste en poner a punto en la misma fábrica el método o proceso desarrollado, para los volúmenes de producción requeridos y con la calidad de especificaciones. Es obviamente el paso más importante en un proyecto de transferencia.

Esta investigación tecnológica puede ser aplicada a:

- 1.3.a. - nuevos procesos o sus modificaciones.
- 1.3.b. - nuevos productos, especificaciones o diseño.

1.4. *Fabricación:* En algunos casos, no se justifica económicamente la fabricación de cantidades muy pequeñas de un producto dado, o la industria no se halla en condiciones de hacerlo. Se incluye en este punto la ejecución de este tipo de trabajos considerados especiales.

1.5. *Peritaje:* Es común en muchos países enviar a laboratorios nacionales los peritajes necesarios para salvar discrepancias de interpretación de especificaciones o fallas de materiales, entre instituciones privadas y nacionales, o entre fabricantes y usuarios. Son de dos tipos:

1.5.1. Determinación de procesos: Incluye generalmente el control de calidad, y en muchos casos se llega a repetir el proceso, lo cual necesita del desarrollo correspondiente (puntos 1.2 y 1.3.1.).

1.5.2. Causas de fallas: Su determinación incluye el control de calidad (punto 1.2). En general, el trabajo consiste en determinar las razones del mal funcionamiento o la falla de la pieza, para establecer si se debe a mala fabricación o uso inadecuado.

## 2. Clasificación según el destino del trabajo.

2.1. *Materia Prima.* Se emplea esta categoría si el trabajo de asesoramiento se refiere a una materia prima, tanto nacional como importada.

2.2. *Material semi-elaborado.* En muchos casos, el material semielaborado es producto final de un proceso; así debe indicarlo el trabajo. El producto mismo es en otros casos materia prima para los usuarios, como en el sector metalmeccánico: la chapa de acero es producto final de una planta siderúrgica y a la vez materia prima de las fábricas de estampado y del sector industria automotriz (carrocerías).

2.3. *Productos finales.* Se refieren generalmente al sector metalmeccánico. Se incluyen las partes, cuando éstas no son afectadas por el armado.

2.4. *Equipo.* Se distinguen tres aspectos:

2.4.1. *Diseño:* Comprende el caso de que al actualizar o modificar un proceso debe también modificarse el equipo. En muchos casos esto es imposible o antieconómico y conduce a la disyuntiva de comprar el equipo nuevo necesario o suspender la ejecución o fabricación; es decir, eliminar o rechazar la alternativa estudiada.

2.4.2. *Uso:* En muchos casos, es el uso incorrecto del equipo el que causa las fallas o diferencias de especificación. El desconocimiento del equipo puede llevar a una utilización incompleta, desaprovechando todas sus posibilidades. En este caso, es necesario conocer a fondo el proceso involucrado.

2.4.3. *Mantenimiento:* Es esencial mantener el equipo en condiciones correctas. Este mantenimiento tiende cada vez más a ser preventivo y obliga a desarrollar técnicas especiales de control.

2.5. *Proceso.* Comprende a dos actividades:

2.5.1. *Puesta a punto:* Se refiere al ajuste de todas las variables que entran en el proceso, adaptándolas a las especificaciones y calidades de los materiales que se encuentran en el país y procurando minimizar los insumos importados, reemplazándolos por nacionales.

2.5.2. *Modificación:* Comprende el reemplazo de insumos importados por nacionales, lo cual conduce a veces a modificaciones de proceso relativamente importantes, que pueden llegar a un nuevo "know-how". En otros casos es directamente el desarrollo de un proceso, mediante un "know-how" propio.

## 3. Clasificación según el grado de complejidad.

Al tener en cuenta el grado de complejidad de los trabajos efectuados se considera posible evaluar el nivel de desarrollo tecnológico alcanzado por las empresas clientes, y el cumplimiento de los objetivos propuestos para el SATI. No es fácil determinar el grado de complejidad. Se optó por considerar: a) la especialización, la perfección del equipo utilizado, o su dificultad de obtención en el país; b) el nivel de los conocimientos necesarios para abordar el problema y llegar a resultados satisfactorios; c) la complejidad de los métodos utilizados en la solución del problema. Como síntesis de estos tres factores, se establecen tres grados de complejidad:

- 3.1. Grado uno (baja complejidad)
- 3.2. Grado dos (complejidad media)
- 3.3. Grado tres (gran complejidad)

## 4. Clasificación según las características de la empresa

### 4.1. Propiedad

- 4.1.1. privada con capitales mayoritarios nacionales
- 4.1.2. privada con capitales mayoritarios extranjeros
- 4.1.3. estatal (incluye los organismos estatales).

4.2. *Tamaño:*

- 4.2.1. pequeña
- 4.2.2. mediana
- 4.2.3. grande

ESTUDIOS SOBRE EL DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO

Publicados

1. Primer Seminario Metodológico sobre los Estudios de Base para la Planificación de la Ciencia y la Tecnología. (Alberto Sánchez Crespo.)
2. Importación de Tecnología, Gastos Locales de Investigación y Desarrollo y Progreso Tecnológico en el Sector Manufacturero. Jorge Katz.
3. Compilación de Datos Científico-Tecnológicos en América Latina. (Juan Carlos Gamba.)
4. Patentes e Importación de Tecnología. Daniel Chudnovsky y Jorge Katz.
5. Notes on the OAS and OECD Methodologies for Determining Requirements for Science and Technology. (Francisco Sagasti.)
6. Patentes y Actividad Inventiva Individual. Daniel Chudnovsky y Jorge Katz.
7. A Systems Approach to Science and Technology Policy-Making and Planning. (Francisco Sagasti.)
8. Esquema de Análisis de los Recursos Humanos Cientificotecnológicos. (Alberto Sánchez Crespo.)
9. Inventario Científico-Tecnológico Nacional. Marco General y Definiciones. (Hugo Mostyn Williams.)
10. Reunión sobre las Prioridades Científico-Tecnológicas y la Planificación Económica y Social. (Editado por Juan Carlos Gamba.)
12. Segundo Seminario Metodológico sobre la Planificación de la Ciencia y la Tecnología.
13. Hacia un Nuevo Enfoque para la Planificación Científica y Tecnológica. (Francisco Sagasti.)
14. Esbozo del Desarrollo Industrial de América Latina y de sus Principales Implicaciones sobre el Sistema Científico y Tecnológico. (Alberto Sánchez Crespo.)
19. Ciencia e Industria. Un Caso Argentino. Alberto Aráoz y Carlos Martínez Vidal.

En preparación

11. Producción, Transferencia y Adaptación de Tecnología Industrial. (Máximo Halty Carrère.)
15. Función de las Empresas en el Desarrollo Tecnológico. Jorge A. Sábato.
16. Determinación de Prioridades de Desarrollo Cientificotecnológico a Nivel Nacional. (Juan Carlos Gamba.)



17. Aspectos Cuantitativos de la Ciencia Argentina. Alberto Aráoz.
18. Inventario del Potencial Cientificotecnológico de la República Dominicana. Comité Coordinador para el Estudio del Potencial Cientificotecnológico Nacional. Fernando Chaparro.

M. C. Y. D. N. D. T. I.  
BIBLIOTECA  
Dr. CARLOS MARTINEZ VIDAL  
COLECCIÓN: \_\_\_\_\_  
UBIC: \_\_\_\_\_  
INVENT. N°: \_\_\_\_\_

Nota: Los autores citados entre paréntesis son especialistas de la División de Planificación y Estudios del Departamento de Asuntos Científicos de la Organización de los Estados Americanos.

## ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

La Organización de los Estados Americanos (OEA) es el organismo internacional regional más antiguo. Tuvo su origen en la Unión Internacional de las Repúblicas Americanas creada el 14 de abril de 1890, en Washington, D.C. por la Primera Conferencia Internacional Americana. De ahí que todos los años se celebre el 14 de abril como "Día de las Américas". La Carta que la rige, suscrita en Bogotá en 1948, fue modificada mediante el Protocolo de Buenos Aires, que entró en vigor en febrero de 1970.

La OEA tiene los siguientes propósitos esenciales: afianzar la paz y la seguridad del Continente; prevenir posibles causas de dificultades y asegurar la solución pacífica de las controversias que surjan entre los Estados Miembros; organizar la acción solidaria de éstos en caso de agresión; procurar la solución de los problemas políticos, jurídicos y económicos que se susciten entre ellos, y promover, por medio de la acción cooperativa, su desarrollo económico, social, científico, educativo y cultural. También es objetivo del sistema interamericano acelerar el proceso de integración de los países en desarrollo del Continente.

Para el cumplimiento de sus fines la OEA cuenta con los siguientes órganos: (a) la Asamblea General; (b) la Reunión de Consulta de Ministros de Relaciones Exteriores; (c) los tres Consejos (Consejo Permanente, Consejo Interamericano Económico y Social y Consejo Interamericano para la Educación, la Ciencia y la Cultura); (d) el Comité Jurídico Interamericano; (e) la Comisión Interamericana de Derechos Humanos; (f) la Secretaría General; (g) las Conferencias Especializadas, y (h) los Organismos Especializados.

La Asamblea General se reúne ordinariamente una vez por año. La Reunión de Consulta actúa cuando es convocada para conocer de asuntos urgentes e importantes. El Consejo Permanente cuenta con un órgano subsidiario denominado Comisión Interamericana de Soluciones Pacíficas, y, en las circunstancias previstas por la Carta y por el Tratado Interamericano de Asistencia Recíproca, actúa provisionalmente como Órgano de Consulta. Los otros dos Consejos se reúnen ordinariamente una vez por año; cada uno de ellos tiene una Comisión Ejecutiva Permanente. La Secretaría General mantiene Oficinas en los Estados Miembros, y una Oficina en Europa. El Consejo Permanente y la Secretaría General tienen su sede en Washington, D.C., lugar en que funcionan también las Comisiones Ejecutivas Permanentes de los otros dos Consejos.

**ESTADOS MIEMBROS**—Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay, Venezuela.



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

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

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

## Derechos y permisos

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

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

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

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