

8.000/23

APRENDIZAJE INNOVACION TECNOLOGICA Y RECURSOS HUMANOS UNIVERSITARIOS



Consideraciones sobre el caso argentino

UNESCO

CEPAL

PNUD



**PROYECTO
DESARROLLO Y EDUCACION
EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

5 MAY 1988

Organización de las
Naciones Unidas
para la Educación, la
Ciencia y la Cultura

Naciones Unidas
Comisión Económica
para América Latina

Programa de las
Naciones Unidas
para el
Desarrollo

Proyecto "Desarrollo y Educación
en América Latina y el Caribe"

Jorge Vivas

Ricardo Carciofi

Carlos Filgueira

APRENDIZAJE, INNOVACION TECNOLOGICA
Y RECURSOS HUMANOS UNIVERSITARIOS
Consideraciones sobre el caso argentino

790901

Distr.
GENERAL

DEALC/23
Febrero 1980
ORIGINAL: ESPAÑOL

INDICE

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
INTRODUCCION	v
I. LA FORMACION UNIVERSITARIA DE LOS INGENIEROS Y CIENTIFICOS: VISION DE LOS 'EMPRESARIOS'	1
La evolución de las carreras de ingeniería y ciencias exactas en Argentina	1
La formación profesional	9
La relevancia relativa del problema de los recursos humanos. .	11
Formación profesional básica y formación profesional especializada.	14
1. Formación básica o formación especializada.	15
2. Post grado y especialización.	18
Estudios en el exterior.	21
Algunas conclusiones preliminares.	23
II. LA FORMACION UNIVERSITARIA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL INGENIERO Y EL CIENTIFICO EN SU TRABAJO ESPECIFICO EN LA FIRMA.	29
Ciencias e Ingeniería. Dos modelos.	30
Ingeniería: dos orientaciones	34
III. FUNCIONALIDAD DE LA FORMACION UNIVERSITARIA EN CIENCIAS E INGENIERIA CON RELACION A LA FIRMA	45
Estructura tecnológica de la firma y funcionalidad de la formación universitaria.	50
Firmas de producto.	50
Firmas de proceso	55
IV. APRENDIZAJE EN LA FIRMA.	63
Aprendizaje tecnológico específico	64
Aprendizaje científico-tecnológico	68
V. ESTRATEGIA TECNOLOGICA Y SENDERO DE APRENDIZAJE EN LA FIRMA. .	75
Industrialización, tecnología y recursos humanos en América Latina	75
Industrialización sustitutiva de importaciones, cambio tecnológico y recursos humanos de nivel superior	79
Calidad de los recursos humanos y naturaleza del cambio técnico	81
Estrategia tecnológica y absorción de recursos humanos de nivel superior	83
Sendero de aprendizaje y funciones científico-tecnológicas . .	89

Capítulo

Página

VI. FORMACION UNIVERSITARIA, MOVILIDAD EN LA FIRMA Y MODELOS DE APRENDIZAJE	99
Movilidad profesional en la firma	99
Modelos de organización del aprendizaje	101
1. Aprendizaje tecnológico específico en la empresa privada.	101
2. El aprendizaje tecnológico específico coordinado	102
3. Aprendizaje tecnológico específico en empresas del Estado	105
VII. CONCLUSIONES.	107

INDICE DE CUADROS

Cuadros

1. Diplomas de ingenieros otorgados por las universidades nacionales.	4
2. Diplomas de licenciatura en Ciencias exactas y naturales otorgados por las universidades nacionales.	5

Algunos antecedentes

El estudio de los recursos humanos con formación universitaria y su relación con el sector productivo ha sido una preocupación constante no sólo en los países en desarrollo sino también en los industrializados. En América Latina en particular se han realizado diferentes tipos de estudios e investigaciones que, en términos generales, se pueden dividir en dos grandes grupos; uno, de índole cualitativa, se ocupa principalmente de los aspectos teóricos e institucionales de la formación académica de dichos recursos y, en general, del análisis de la funcionalidad y estructura de las relaciones existentes entre las instituciones de formación universitaria y los distintos sectores de actividad económica, científica y tecnológica; y otro, de carácter cuantitativo, incluye los trabajos referidos a la oferta y demanda de recursos humanos por parte del sector productivo.

a. Enfoque cualitativo

Los trabajos del primer grupo se elaboraron sobre temas directamente vinculados a la universidad como institución social y agente de cambio científico-tecnológico. Tratan de responder a interrogantes tales como: ¿cuál es la función de la universidad en el proceso de cambio científico-tecnológico? ¿cuál es la estructura interna que la universidad debe adoptar para participar efectivamente en ese proceso?. Estos estudios formulan en general sus planteamientos sobre la universidad a partir de concepciones de desarrollo científico-tecnológico de carácter general, que no consultan los aspectos específicos que identifican la evolución científica y tecnológica de cada país en particular, la dinámica tecnológica inherente a cada rama de la producción como un todo y las de los diferentes estratos de unidades de producción que componen su estructura. En consecuencia las respuestas a los interrogantes mencionados se construyen sobre elementos conceptuales que recogen sólo parcialmente los alcances y objetivos científico-tecnológicos de la estructura productiva externa a la universidad, y sobre la cual se pretende que esta última ejerza su influencia. En síntesis: las funciones que explícita o implícitamente se atribuyen a la universidad, la estructura académica, docente y administrativa que corresponde a esas funciones, y, por tanto, la formación académica que teóricamente deberían recibir los ingenieros y científicos, se formulan con sentido altamente normativo, independientemente de la naturaleza y dinámica de la actividad científica y tecnológica que se realiza en las unidades de producción y en los centros de investigación.

b) Enfoque cuantitativo

En lo que se refiere a la formación universitaria los estudios del segundo grupo se elaboraron fundamentalmente sobre dos supuestos: primero, se asumió la existencia de una perfecta homogeneidad de la enseñanza universitaria impartida en las distintas instituciones de educación superior de los países de la región en donde estos estudios se llevaron a cabo 1/; y segundo, en términos de la funcionalidad de la formación académica universitaria con respecto a los diferentes sectores de actividad económica, en general, se asumió una correspondencia unívoca entre especialidades académicas y ocupaciones 2/. Desde luego aunque las estimaciones y proyecciones de oferta y demanda de recursos humanos realizadas en estos estudios necesariamente tenían un carácter indicativo, los supuestos mencionados les introdujeron problemas atinentes no solamente a la validez de las estimaciones sino también a la calidad misma de los recursos universitarios proyectados y su función en el proceso de cambio científico-tecnológico.

En efecto, las proyecciones sobre requerimientos de personal calificado fueron el resultado de la extrapolación, más o menos sofisticada, de la evolución de las tendencias de la estructura ocupacional de los diferentes sectores de actividad económica. La ausencia de un conocimiento explícito de la naturaleza intrínseca del cambio tecnológico de cada uno de los sectores productivos, y de objetivos de desarrollo científico-tecnológico igualmente explícitos, detallados a nivel sectorial y de unidades de producción, particularmente en lo que se refiere a la industria, hacía prácticamente imposible determinar, a partir de una estructura ocupacional dada, los requerimientos de formación académica y especialización científico-tecnológica de los distintos sectores de la producción. En otras palabras, el énfasis de los estudios de recursos humanos estuvo fundamentalmente puesto en la determinación aproximada de cantidades de equilibrio en el mercado profesional, dejando de lado la determinación de la funcionalidad de la formación universitaria con respecto a la estructura de las funciones científico-tecnológicas de las unidades de producción, y el análisis de la participación real del profesional en el proceso de cambio científico-tecnológico y sus requerimientos objetivos de formación.

Sin embargo, el conocimiento respecto de las actividades científico-tecnológicas en general y de creación y adaptación de tecnología en América Latina ha progresado notablemente en los últimos años, conduciendo a una reorientación teórica de su estudio a partir de un desplazamiento del foco de investigación desde una perspectiva macroestructural a una perspectiva de carácter micro.

La nueva perspectiva

a. Dependencia Tecnológica: una visión rígida

Algunas de las tesis más aceptadas sobre el sistema científico y tecnológico, han tendido a negar o a minimizar los esfuerzos de creación de

tecnología doméstica en la región. Como es ampliamente conocido, este diagnóstico se basa en el carácter dependiente de las sociedades en desarrollo en materia tecnológica y en particular en las evidencias respecto a:

i. Las características del proceso de industrialización por sustitución de importaciones que ha tenido lugar en América Latina.

ii. La inexistencia de políticas y esfuerzos institucionales explícitos y sistemáticos (Gobierno, firmas, etc.) para la creación de tecnología propia de la región.

iii. La existencia de una brecha amplia, medida por los índices tradicionales de evaluación de los gastos dedicados a investigación y desarrollo de los países desarrollados en comparación con los de los países en desarrollo.

iv. La imposibilidad de estos países de competir en la frontera tecnológica mundial, dada la escasez y el rezago de los recursos humanos dedicados a actividades científicas y tecnológicas, y la inexistencia de un sistema científico-tecnológico evolucionado.

Esto se puede resumir en un sistema de causación circular donde los factores intervinientes tienden siempre a reforzar el atraso científico y tecnológico, y a incrementar las distancias entre los países más avanzados tecnológicamente y los países en desarrollo.

Hasta cierto punto se puede afirmar que ésta fue la interpretación clásica de la visión del desarrollo tecnológico en América Latina y las evidencias empíricas así lo confirman; el crecimiento científico y tecnológico en los países más desarrollados resulta impresionante sea cual fuere el indicador que se adopte, en relación con los países en desarrollo. Las innovaciones tecnológicas, como es bien sabido, provienen por regla general de los primeros y se difunden parcial y tardíamente hacia los segundos.

A pesar de estas evidencias, sin embargo, subsiste el siguiente interrogante: ¿la magnitud de la brecha tecnológica existente entre los países desarrollados y aquellos en desarrollo hace despreciable o irrelevante detenerse a estudiar la innovación tecnológica doméstica en estas últimas? ¿Existen solamente fuerzas que tienden a incrementar las distancias tecnológicas, o se registran fuerzas opuestas que las reducen?

b. Fundamentos de la nueva perspectiva

Para algunos autores, el énfasis puesto en la innovación doméstica de carácter 'menor' o localizada desplaza el foco de atención y obliga a redefinir teóricamente muchos supuestos tradicionalmente aceptados. La hipótesis de un creciente grado de madurez tecnológica en América Latina cuestiona el diagnóstico tradicional apoyándose para ello en algunas evidencias de los 'out-puts' del sistema tecnológico que aunque parciales, resultan sumamente significativos. Para estos autores, se está en presencia de un fenómeno relativamente reciente en el cual la exportación de

tecnología por parte de países de América Latina, tiene lugar como consecuencia de una modificación del patrón de ventajas comparativas del comercio internacional de tecnología inducida por variables tecnológicas. Se señala en primer lugar que existe en América Latina y en particular en algunos países (casos de Argentina, Brasil y México) un real proceso de exportación de manufacturas de significativa complejidad y sofisticación tecnológica; en segundo lugar, la experiencia de un proceso creciente de venta de tecnología, a través de licencias, plantas completas (paquetes tecnológicos entregados llave en mano) y ventas de equipos (maquinaria, etc.) con un componente importante de tecnología doméstica incorporada; y en tercer lugar, la presencia de firmas latinoamericanas - capitales nacionales o subsidiarias - que sobre la base de conocimientos tecnológicos generados localmente, asesoran técnicamente en el desarrollo de proyectos tecnológicos - ampliación de plantas, instalaciones, desarrollo de nuevos procesos - a otros países de la región e incluso al exterior de América Latina 3/.

Los estudios generados por el Programa BID/CEPAL de Investigaciones en Temas de Ciencia y Tecnología 4/ - en particular en Argentina - han sido decisivos para la formulación de esta nueva perspectiva de la problemática tecnológica en América Latina 5/.

En la práctica no se trata del descubrimiento o hallazgo de fenómenos antes desconocidos, sino que esta reconsideración de los problemas tecnológicos de la región significa de hecho un desplazamiento en la concepción de la idea de innovación tecnológica, y más aun, un desplazamiento teórico de la noción de cambio tecnológico. Se trata fundamentalmente de la superación del modelo económico tradicional de inspiración neoclásica, en el que el cambio tecnológico se definía básicamente en términos de un "avance de la frontera tecnológica por innovaciones mayores en el conjunto de la función de producción" 6/.

De hecho la redefinición a que se hace mención comprende otros supuestos básicos que no están totalmente explícitos en la teoría. Uno de ellos es que para reformular el problema se requiere entrar en el difícil campo de los 'out-puts' del sistema científico y tecnológico, aspecto éste complejo de medir y que, por ello, normalmente ha sido excluido de los diagnósticos o sustituido con dudosa validez por los indicadores de insumos (gastos de investigación y desarrollo, recursos humanos, equipos, etc.). Por lo general, se midió el desarrollo de los sistemas científicos y tecnológicos a través de los indicadores adecuados a sistemas altamente institucionalizados (países desarrollados) pero de dudosa sensibilidad para detectar la presencia de investigación y desarrollo en países no desarrollados. El segundo y no menos importante, es que la idea de una división absoluta y rígida del sistema internacional, entre países productores y consumidores de tecnología, no es del todo adecuada y debe ser sustituida por una conceptualización más gradualista donde se tenga en cuenta la posición relativa de un país con respecto de otros de la misma región o de grado similar de desarrollo 7/. En otras palabras, debe considerarse la existencia de un sistema internacional de naciones, con avenidas de movilidad ascendente y descendente en donde la tecnología se vuelve uno de los canales no adscriptivos por excelencia.

En esta perspectiva no se espera por parte de la firma una estrategia tecnológica explícita de innovaciones mayores sino el tipo de innovación tecnológica que surge como subproducto de la actividad productiva cotidiana impulsada por algunos determinantes del comportamiento empresarial, como ser:

i. La necesidad de resolver problemas o cuellos de botella que dificultan la producción en ciertas etapas.

ii. La necesidad de mejorar la calidad de los productos elaborados, a los efectos de obtener mejores condiciones competitivas.

iii. La necesidad de reducir los costos de producción, y obtener una mejor combinación de capital y trabajo.

iv. La necesidad de sustituir o adaptar procesos tecnológicos para la explotación de materias primas locales.

v. La necesidad de diversificar el 'out put mix' comercializado.

Estrechamente asociada a la redefinición teórica de innovación tecnológica, se encuentra la noción del 'aprender haciendo' (learning by doing). Es así que como actividad normal de las firmas se adaptan tecnologías transferidas del exterior, se adicionan algunas innovaciones a las mismas, se mejoran sucesivamente procesos y equipos, y al final de cierto ciclo se logra el dominio de una tecnología que si bien puede no ser sustancialmente diferente en los aspectos más básicos (ni parte de nuevos principios científicos ni existen componentes tecnológicos 'revolucionarios'), por lo menos en lo que se refiere al estado promedio de la tecnología, significa un avance y una creación y apropiación de conocimientos tecnológicos adicionales.

Lo que en principio constituye un aprendizaje tecnológico obligado por las necesidades más elementales, ya sea para tomar conocimiento de un nuevo proceso transferido o una nueva planta adquirida que se instala y se pone en marcha, pasa gradualmente a transformarse en un aspecto rutinario de la actividad productiva y se incorpora como conocimiento tecnológico adicional. Este hecho constituye un esfuerzo que genera condiciones favorables para la actividad inventiva e innovativa doméstica y es en este sentido que cabe la ampliación del concepto de innovación tecnológica 8/.

En síntesis existe, y ha existido desde hace muchos años, un verdadero aprendizaje tecnológico originado en la necesidad de superar los problemas que enfrenta la empresa en torno a las decisiones de producción y el proceso mismo de producción.

No es la intención ahondar excesivamente en la exposición de esta redefinición teórica. La misma está suficientemente expuesta en los trabajos a que se ha hecho mención. No obstante ello, esta perspectiva teórica tiene implicaciones sobre múltiples aspectos teóricos y prácticos, algunos de los cuales han sido debidamente señalados por estos mismos trabajos, en particular en el estudio de la experiencia argentina en la venta internacional de plantas industriales y obras de ingeniería.

e. Consecuencias sobre la calidad de los recursos humanos

Aparte de la redefinición de la teoría del cambio tecnológico ya indicada, por medio de la cual se modifica la percepción de la función que le cabe a la transferencia de tecnología en el proceso de generación de tecnología doméstica (positiva y no negativa), existen otras implicaciones que no han recibido la atención debida por parte de los analistas y que también derivan de las consideraciones precedentes. Se trata del sistema educativo.

Al respecto, se considera necesario, en función del desplazamiento teórico de la concepción de desarrollo tecnológico, introducir nuevos elementos al análisis de la formación de recursos humanos tanto desde el punto de vista metodológico como desde la perspectiva de los problemas a indagar y las unidades de investigación a utilizar. Por ejemplo, es importante profundizar el conocimiento que se tiene sobre:

i. Las relaciones existentes entre la estructura de la formación académica de los ingenieros y científicos y los requerimientos reales y potenciales de conocimiento académico de las distintas ramas o unidades de producción.

ii. Las relaciones entre la formación académica de los ingenieros y científicos y la naturaleza y características del proceso de aprendizaje que tiene lugar en las unidades de producción.

iii. Las características de las relaciones que existen entre las distintas unidades de producción y las instituciones de formación académica.

iv. La naturaleza de los factores académicos, tecnológicos y empresariales que facilitan y/o limitan las relaciones formales entre las unidades de producción y las instituciones de educación universitaria.

En síntesis, subyacente al proceso de creación y exportación de tecnología doméstica que se indicó más arriba, se encuentra el esfuerzo paralelo que en materia de recursos humanos universitarios deben realizar los países y las unidades de producción como insumo básico para aquél.

Está fuera de cualquier discusión que las posibilidades de avanzar significativamente en el proceso de aprendizaje tecnológico dependen de la capacidad doméstica de contar con una oferta de profesionales cuya formación académica sea apropiada para llevarlo a cabo. En el plano de la educación superior, se trata de la formación de profesionales en diferentes especialidades de las ciencias e ingeniería, que, o bien están directamente vinculados a la actividad productiva en la planta, o indirectamente, a través de actividades de investigación y desarrollo en las unidades productivas, o de actividades científicas puras y aplicadas en los distintos contextos universitarios o centros de investigación.

Objetivos de la investigación

Dentro de esta perspectiva, y sin pretender resolver todas las limitaciones anotadas inicialmente, el objetivo de este trabajo es el de contribuir a obtener una mejor comprensión de los problemas propios del cambio científico-tecnológico y de su relación con la universidad a partir de las opiniones de los 'empresarios' 9/, y de los ingenieros y científicos que están vinculados directamente a actividades productivas y de investigación y desarrollo, en la unidad de producción más específica, es decir, la firma.

En este sentido se quiere hacer una primera aproximación a la respuesta de los siguientes interrogantes:

Dadas las características del cambio tecnológico que tiene lugar en el sector industrial en la Argentina:

i. ¿Cuál es la opinión de los 'empresarios' sobre la formación universitaria y el papel de los ingenieros y científicos en el proceso de cambio tecnológico que tiene lugar en la firma?

ii. ¿Cuáles son la naturaleza y características generales de la formación universitaria de los ingenieros y científicos vinculados directamente con actividades de producción e investigación y desarrollo en la firma?.

iii. ¿Cómo se expresa la funcionalidad de la formación académica universitaria en relación con la demanda de conocimiento por parte de la firma?.

iv. ¿Cuáles son las características del proceso de aprendizaje y de creación de conocimiento que tiene lugar en la firma?

v. ¿Cómo se relaciona la formación académica universitaria con el proceso de aprendizaje y de creación de conocimiento que tiene lugar en la firma?

vi. ¿Cuáles son las características del proceso a través del cual se establecen relaciones formales permanentes entre la firma y las universidades?

Este grupo de interrogantes se desarrolla metodológicamente a distintos niveles de abstracción. En primer lugar, el análisis de las características de la formación universitaria de ingenieros y científicos no se realiza atendiendo a las cualidades específicas de cada una de las carreras profesionales y su estructura interna.

Al contrario, por tratarse de un problema general de recursos humanos y cambio tecnológico en la firma, y no de un problema pedagógico o institucional, el tema se elabora con base en la comparación general de las diferencias presentes: primero, en la estructura académica de la formación de ingenieros en relación con la de los científicos, y segundo, en la orientación académica de la formación de ingenieros en las distintas universidades.

En segundo lugar, la funcionalidad de la formación universitaria en ciencias e ingeniería con respecto al cambio tecnológico en la firma, se desarrolla a nivel de la unidad de producción, suponiendo que a un nivel dado de complejidad tecnológica de la firma le corresponde un nivel máximo de formación universitaria que le es funcional. En este sentido las firmas cubiertas en la investigación se agrupan de acuerdo con su grado de complejidad tecnológica, y se comparan entre sí.

En tercer lugar, el aprendizaje en la firma se elabora conceptualmente a un nivel más específico que el de la funcionalidad de la formación. En este sentido, la unidad de análisis que se utiliza no es la firma como un todo sino su estructura de funciones (ocupacionales) científico-tecnológicas. Con este objetivo se distinguen tres grupos que abarcan las principales funciones científico-tecnológicas en la firma, las cuales se refieren a actividades de producción, ingeniería de fábrica y apoyo técnico a producción, e investigación y desarrollo.

Finalmente, sobre la base del aparato conceptual que se desarrolla a lo largo de la investigación, se realiza un intento de formalización teórica, del proceso o procesos por medio de los cuales la investigación, el desarrollo experimental y el aprendizaje en sus diferentes manifestaciones, se concretan en el interior de la firma, ya sea como un resultado explícito originado en decisiones empresariales, o como un residuo (resultado implícito) de la actividad propia de la firma.

Metodología

Dada la naturaleza de la investigación, el sistema utilizado para obtener la información requerida fue el de entrevistas en profundidad a empresarios e ingenieros y científicos vinculados directamente con actividades de producción en planta o tareas de investigación y desarrollo. En uno y otro caso las entrevistas respondieron a interrogantes diferentes, ajustados a las funciones específicas dentro de la firma de los sujetos de investigación mencionados.

Aunque en general las entrevistas fueron abiertas y se procuró dejar en libertad a los entrevistados para expresar sus puntos de vista particulares, en el caso de los empresarios las preguntas estuvieron fundamentalmente orientadas a obtener su opinión sobre los siguientes aspectos:

i: La formación académica universitaria en general de los ingenieros y científicos empleados en la firma.

ii: El grado en que éstos habían impulsado o limitado los procesos de innovación y cambio tecnológico en la firma.

iii: Las principales dificultades o cuellos de botella detectados por ellos en la formación académica de los ingenieros y científicos.

iv: Características de la estructura de la formación académica recibida por los ingenieros y científicos vinculados a la firma.

v. Las preferencias sobre el origen universitario de los profesionales que contratan las firmas.

vi. Las pautas de reclutamiento de profesionales.

vii. Los mecanismos que utiliza la firma para completar y/o complementar la formación universitaria de los profesionales.

viii. La relevancia de los estudios de postgrado en el país y en el exterior.

ix. Las perspectivas de la formación universitaria en función del cambio tecnológico futuro.

Las preguntas dirigidas a los ingenieros y científicos fueron más específicas. Metodológicamente se desarrollaron utilizando como punto de referencia la historia académica y profesional de cada uno de los entrevistados. De esta manera se trató de cubrir todos los aspectos que permitieran observar el grado y naturaleza de la influencia de la formación académica sobre el ejercicio profesional del individuo. En este sentido las entrevistas se concentraron en la indagación de puntos como los siguientes:

i. Universidad y facultad en que realizaron los estudios universitarios a nivel de Licenciatura.

ii. Trabajos realizados simultáneamente con la realización de los estudios de Licenciatura.

iii. Estudios de postgrado realizados.

iv. Aporte principal de los estudios de postgrado a la formación.

v. Nivel académico del componente científico de los estudios de Licenciatura.

vi. Nivel 'técnico-académico' del componente tecnológico profesional de los estudios de Licenciatura.

vii. Aportes de la formación universitaria a nivel de Licenciatura en términos de desempeño laboral.

viii. Carencias de la formación universitaria en función de los cargos desempeñados durante el ejercicio profesional.

ix. Aprendizaje realizado en la firma.

En total se realizaron 50 entrevistas. Sin embargo, no se realizaron sobre la base de una muestra con objetivos de representatividad estadística. En este sentido, el trabajo es exploratorio y pretende formular un enfoque alternativo en la investigación de problemas de recursos humanos y cambio tecnológico, y contribuir a precisar algunos interrogantes que sirvan de punto de partida para la elaboración de futuros estudios sobre el tema. Es decir, se propone 'mirar' a la universidad desde la perspectiva de las unidades de producción.

1/ Para el caso de Argentina véase: CONADE, Educación, Recursos humanos y desarrollo económico-social, dos tomos, 1968; Instituto Torcuato Di Tella, Oferta de mano de obra especializada (universitaria y técnica), 1962; Sommer, Juan, La disponibilidad de profesionales universitarios en Argentina, OEA - Programa Regional de desarrollo científico y tecnológico, 1971.

2/ Este supuesto es una consecuencia derivada de la necesidad de obtener cantidades de equilibrio cuando los estudios de recursos humanos se realizan en función del mercado ocupacional.

3/ Katz, J., Cambio tecnológico, desarrollo económico y las relaciones intra y extra regionales en América Latina, Monografía de trabajo N° 30, BID/CEPAL/36, Agosto de 1978.

4/ Katz, J. y Cibotti R., Marco de referencia para un programa de investigaciones en temas de ciencia y tecnología en América Latina, BID/CEPAL/BA nov 76.

5/ CEPAL, Ciencia y tecnología en América Latina: Diagnóstico regional y programa de acción, E/CEPAL/L. 183/REV 2. Santiago, noviembre 1978.

6/ Katz, J., Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente, Fondo de cultura económica, México, 1978.

7/ Es el caso por ejemplo de Argentina, Brasil y México con respecto a otros países latinoamericanos. Esta visión puede no referirse exclusivamente a países sino también a ramas de la producción en donde un país adquiere una ventaja relativa con respecto a otros.

8/ Katz, J., Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente: op. cit.

9/ En el presente trabajo se entiende por 'empresarios' a directivos, gerentes y personal de nivel superior que, ya sea en las firmas o bien en centros tecnológicos estrechamente vinculados a las firmas, están dedicados directa o indirectamente a la selección, reclutamiento y capacitación de profesionales, ingenieros y científicos (ver pág. 1 del presente trabajo).

I. LA FORMACION UNIVERSITARIA DE LOS INGENIEROS Y CIENTIFICOS:

VISION DE LOS 'EMPRESARIOS'

El presente capítulo tiene por objeto analizar las respuestas emitidas por el grupo de entrevistados que corresponde, como se expresó en la introducción, a los 'empresarios'. Esta categoría comprende directivos, gerentes y personal de nivel superior que ya sea en las firmas o bien en centros tecnológicos universitarios estrechamente vinculados a las firmas, están dedicados directa o indirectamente a la selección, reclutamiento y capacitación de profesionales, ingenieros y científicos. Expresamente se excluye de este capítulo el análisis de las respuestas dadas por el otro grupo de entrevistados correspondiente a los investigadores, técnicos y personal de investigación y desarrollo de las firmas. Este tópico será objeto de capítulos subsiguientes.

El propósito del capítulo, es en primer lugar conocer las percepciones, evaluaciones y problemas que señalan las entrevistas con respecto a la formación de recursos humanos de alto nivel, y en segundo lugar interpretar estas respuestas en el contexto de cambio tecnológico de las firmas.

Para ello, una primera parte estará dedicada a la presentación sumaria de la evolución de las ingenierías y ciencias exactas en la Argentina en lo concerniente a ciertos aspectos cuantitativos. Una segunda parte comprende el análisis de las respuestas dadas a tres tipos de interrogantes; a) en qué medida la formación académica de los recursos humanos de alto nivel es apreciada como satisfactoria por la demanda; b) qué importancia tiene el problema de los recursos humanos en relación con otros factores que entran en juego en el proceso de cambio tecnológico; y c) cuáles son los problemas de la formación universitaria en materia de especializaciones, post grado, estudios en el exterior y formación en investigación.

La evolución de las carreras de ingeniería y ciencias exactas en Argentina

La estructura actual de las profesiones en ingeniería y ciencias exactas en la Argentina proviene de una sucesión muy difícil de enumerar en todas sus etapas. No es el objetivo, y por otra parte queda fuera de las posibilidades del trabajo, efectuar una pormenorizada reconstrucción de esta evolución. No obstante ello, teniendo como objetivo en una segunda parte de este capítulo el análisis de las respuestas de los 'empresarios', el interés es el de precisar a través de algunos indicadores el carácter relativamente 'prematurado' y complejo que adquiere la formación científica y tecnológica en la Argentina en relación con el resto de América Latina, y la forma como se procesa esta evolución.

El crecimiento del sistema de formación universitaria en Argentina puede apreciarse en la evolución de la matrícula universitaria, en la expansión de las instituciones de enseñanza superior en ingeniería y ciencias exactas y en la especialización creciente de la formación de ingenieros y científicos.

A principios de siglo solamente la Universidad de Buenos Aires y en mucho menor medida, Córdoba, registran egresados de ingeniería; en 1906 se incorpora a éstas la Universidad de La Plata; en 1917, la de Tucumán; en 1924, la del Litoral; en 1945, la de Cuyo (Mendoza); en 1954, la Universidad del Sur y sobre fines de la década del '40 se constituye la Universidad Obrera 1/. Posteriormente, con la expansión educacional acentuada que se produce en las dos últimas décadas, proliferan múltiples centros de enseñanza superior en diversas provincias, muchas de las cuales emiten títulos habilitantes en Ciencias e Ingeniería.

Este temprano proceso de crecimiento de las ingenierías, conoce a la vez una diversificación creciente en materia de especializaciones. Ello no ocurre solamente en las ingenierías clásicas, sino que le cabe un papel protagónico también a la expansión y complejidad gradual que adquieren las especializaciones en química y en las disciplinas denominadas 'ciencias exactas'.

A partir de las disciplinas más tradicionales - ingeniería civil, mecánica y eléctrica - se fueron desagregando nuevas profesiones orientadas tecnológicamente (industrial, electrónica, etc.) y una de las características más salientes fue la introducción gradual de la química como formación de doctorado y como profesión específica, y el desmembramiento creciente de materias básicas (accesorias inicialmente a las ingenierías) que adquieren gradualmente independencia (física, matemática, computación científica, etc.).

De todas formas, este proceso es liderado, si así puede decirse, por las instituciones de enseñanza superior, más que por las demandas de la estructura productiva.

Paralelamente, y en algunos casos con posterioridad a esta diversificación gradual de las ingenierías, surgen otras especializaciones referidas a productos o servicios que de hecho constituyen subespecializaciones de las especializaciones tecnológicas (petróleo, vías, puentes, textiles, instalaciones sanitarias, etc.). En estos casos el otorgamiento de estos nuevos títulos habilitantes deriva de la demanda originada en sectores de la producción considerados estratégicos o de prioridad nacional, o bien por iniciativa de organismos públicos que presionan con éxito por la diversificación de especialidades que cubren servicios básicos del Estado (energía eléctrica, obras sanitarias, etc.).

Si se confía en las cifras de los egresos universitarios según profesiones y se obvian algunos problemas de clasificación (diplomas con idéntica denominación que corresponden a carreras parcialmente diferentes o especialidades que se registran en las estadísticas tardíamente), el creciente grado de especialización de las ingenierías en la Argentina queda en evidencia, así como también el carácter 'relativamente prematuro' del mismo.

A principios de la década del '20 las estadísticas registran egresos en las cuatro ramas 'tradicionales' de la ingeniería: civil, mecánica, eléctrica e industrial (ésta última a partir de 1922). Posteriormente, comienzan a aparecer nuevos diplomas de estudios correspondientes a las especializaciones. En 1923, egresan los primeros alumnos del curso de ingeniería química de la

Universidad del Litoral. En 1941, ingeniería del petróleo; en 1940, ingeniero mecánico aeronáutico; 1944, ingeniero naval; 1946, ingeniería en telecomunicaciones; 1947, ingeniero de minas; 1951, ingeniero geofísico; 1954, ingeniería química azucarera; 1959, ingeniería electrónica. Por último, a partir de la década del '60 y motivadas en gran parte por la creación de la Universidad Tecnológica y por el nuevo impulso al desarrollo de la ingeniería del petróleo, surgen múltiples sub-especializaciones de la ingeniería: de automotores, construcciones mecánicas, construcciones aeronáuticas, metalúrgica, hidráulica, instalaciones eléctricas, textil, etc.

Si se compara la evolución de una de las carreras más tradicionales y una de las primeras creadas en el país, la Ingeniería Civil, con las otras carreras creadas posteriormente, se aprecia que la trayectoria seguida por la primera, medida por el número de egresos, casi no ha experimentado ningún incremento en todo lo que va del siglo; mientras que la categoría 'otras especialidades' (véase Cuadro 1) crece en forma significativa. En particular, es notorio el crecimiento de esta última en el período posterior a la recesión (1933-36) y sobre todo, acompañando el período de crecimiento de la industria liviana, a partir de mediados de la década del '40.

La imagen transmitida por los entrevistados respecto de este punto es plenamente coincidente con las tendencias indicadas. En la reconstrucción de sus historias ocupacionales, se destaca la sucesión de carreras 'nuevas', la aparición de nuevas especialidades y sobre todo el desajuste de las nuevas profesiones con las demandas productivas. Así, en las ramas de la química, el proceso de diversificación y especialización creciente se acompañó, como era previsible, con asincronías marcadas entre la creación de nuevas carreras, la demanda de su formación y las posibilidades ocupacionales de los nuevos formados.

Al respecto, uno de los entrevistados afirma que:

"Todavía no existía la ingeniería química en el área de La Plata sino que los ingenieros químicos eran de la Universidad del Litoral y su orientación era mucho más hacia el operador de industria química, pero no se recibían muchos porque no había ningún campo. Y en otra rama de la parte química eran los farmacéuticos que actuaban en la oficina farmacéutica, en los hospitales o en la industria farmacéutica, que, probablemente, dentro del ramo químico, eran de las industrias que estaban más actualizadas con respecto a las industrias de otros países".

Las limitaciones ocupacionales para los egresados en química industrial anotadas por este empresario no fueron mayores, por ejemplo, que las que parecen haber experimentado por un período prolongado, los doctores en química egresados de La Plata, así:

"El doctor en química era un especialista muy académico en aquel entonces y a pesar de que uno supone que un doctor en química hará básicamente industria química, tenía que dedicarse a efectuar análisis clínicos, y en eso competía con el doctor en farmacia y bioquímica que se especializaba en análisis clínicos. Y así existió una tremenda lucha gremial, en la que los farmacéuticos y bioquímicos opinaban que los doctores en química

Cuadro 1. Diplomas de ingenieros otorgados por las universidades nacionales
(Números absolutos)

Año	Civil	Electrónico	Mecánico	Industrial	Químico	Otras Especialidades	Egresos Σ
1921	143	-	-	-	-	6	149
1922	178	-	-	10	-	15	203
1923	130	-	-	5	1	12	148
1924	74	-	-	18	8	6	106
1925	75	-	-	11	1	4	91
1926	59	-	-	18	1	2	80
1927	94	-	-	28	1	14	137
1928	89	-	-	20	4	16	129
1929	74	-	-	15	6	9	104
1930	70	-	-	40	7	12	129
1931	94	-	-	15	-	20	129
1932	51	-	-	6	-	15	72
1933	69	-	-	6	-	22	97
1934	112	-	-	8	2	56	178
1935	137	-	-	10	2	54	203
1936	143	-	-	12	3	36	194
1937	179	-	-	1	2	23	205
1938	141	-	-	10	8	30	189
1939	172	-	-	13	1	44	230
1940	194	-	-	9	8	46	257
1941	161	-	-	11	7	38	217
1942	194	-	-	18	3	80	295
1943	188	-	-	15	10	44	257
1944	246	-	-	20	16	108	390
1945	293	-	-	34	14	71	412
1946	281	-	-	26	11	178	496
1947	315	-	-	48	36	119	518
1948	265	-	-	40	24	105	434
1949	225	-	-	49	26	191	491
1950	286	-	-	90	45	196	617
1951	260	-	-	72	41	88	461
1952	353	-	-	88	41	202	684
1953	281	-	-	76	78	271	706
1954	270	-	1	68	86	229	654
1955	269	-	-	91	52	158	570
1956	498	-	49	124	67	332	1 070
1957	411	-	30	123	67	331	962
1958	354	-	85	117	76	291	923
1959	350	2	91	55	109	310	917
1960	335	6	170	37	98	508	1 154
1961	292	1	156	22	118	439	1 028
1962	275	2	110	33	89	376	885
1963	282	-	107	46	92	497	1 024
1964	316	6	129	24	100	515	1 090
1965	276	13	104	74	83	518	1 068
1966	318	51	76	109	114	605	1 273
1967	288	51	210	160	166	635	1 510
1968	289	64	275	174	190	753	1 745
1969	265	92	369	167	222	762	1 877
1970	276	138	472	192	235	839	2 152
1971	303	76	408	220	280	838	2 125
1972	283	189	448	339	286	847	2 392
1973	307	145	423	333	388	1 007	2 603
1974	305	74	297	228	397	995	2 296

Fuente: J. Sommer, La disponibilidad de profesionales universitarios en Argentina, Instituto Di Tella, Buenos Aires, 1971.

Cuadro 2. Diplomas de licenciatura en Ciencias exactas y naturales otorgadas por las universidades nacionales

(Números absolutos)

Año	Egresos Σ	Químicos	Otros a/
1940	33	20	13
1941	27	16	11
1942	69	42	27
1943	50	29	21
1944	74	44	30
1945	57	37	20
1946	139	56	83
1947	164	63	101
1948	174	65	109
1949	147	52	95
1950	140	70	70
1951	140	86	54
1952	163	106	57
1953	193	120	73
1954	177	125	52
1955	186	113	73
1956	201	105	96
1957	180	103	77
1958	228	143	85
1959	225	150	75
1960	224	116	108
1961	243	133	110
1962	241	125	116
1963	218	114	104
1964	233	100	133
1965	314	124	190
1966	358	103	255
1967	521	144	377
1968	471	116	355
1969	504	180	324
1970	630	188	442
1971	638	241	397
1972	729	263	466
1973	869	303	566
1974	1 160	352	808

Fuente: J. Sommer. *Op.cit.*, Cap.II: Estimación del número de diplomas otorgados por las universidades argentinas entre 1910 y 1965.

a/ Abarca: Licenciado en geología, meteorología, astronomía; geofísico; físico-matemático; licenciado en física, computador científico; licenciado en ciencias biológicas, ciencias naturales; licenciado en estadística; analista de sistemas e investigador operativo.

no podían hacer análisis, que no habían cursado anatomía, fisiología comparada, etc. Y se daba el caso de que en algunos casos permitían a los veterinarios efectuar análisis clínicos y no a los doctores en química".

Los problemas de desajuste entre la oferta del sistema universitario (creación de nuevas especialidades) y las demandas del sistema económico en materia de recursos humanos volcados a la tecnología, parecen haberse constituido entonces en uno de los aspectos más conflictivos en el plano ocupacional durante cierto período previo al despegue industrial.

Las consecuencias de este tipo de desajuste merecerían sin duda un estudio más focalizado, no solamente en los aspectos cuantitativos del fenómeno, sino en sus consecuencias sociológicas a otros niveles: en el desarrollo de actitudes y predisposiciones del profesional, en la forma en que dicho desajuste incidió sobre la creación de una 'comunidad científica o tecnológica', y sobre las consecuencias del relativo aislamiento entre la esfera de la Universidad y la de la firma. Sin embargo, sobre este tópico es poco lo que se ha investigado.

Lo que se conoce mejor son los aspectos cuantitativos del proceso y en este sentido se sabe que la creación de nuevas profesiones fue seguida de un proceso relativamente prolongado en el que los primeros egresados de las nuevas carreras fueron muy pocos y que su número sólo se incrementa en forma significativa cuando la 'nueva carrera' encuentra una inserción más plena en la esfera productiva.

Así el volumen de egresos de las nuevas carreras se mantuvo con escasas variaciones antes del crecimiento industrial que se manifiesta recién en la segunda mitad de la década del '40. Tal como lo expresa el Cuadro 1, este es el caso de la carrera del ingeniero químico, inicialmente, de la Universidad del Litoral (Santa Fé).

Como puede apreciarse, inmediatamente después de creado el diploma, el número de egresados es muy reducido y en casi 20 años (1923-1943), el valor modal de los egresados no supera el número de 10. En los veinte años se reciben apenas 75 profesionales. Sin embargo, el crecimiento posterior a 1943 es casi exponencial y en sólo cuatro años se recibe una cantidad igual. Ya en la década del '50, esta cifra (75 egresados) está próxima al promedio anual de egresos y sobre 1974, este promedio se sitúa próximo a los 400 egresados.

Refiriéndose a esta carrera, otro entrevistado afirma que:

"(...) porque la orientación de la Universidad de Santa Fé tendía mucho a que sus egresados fueran operadores; el hombre que sin profundizar demasiado los conocimientos básicos, tenía altos conocimientos operativos. El ingeniero químico podía ser incapaz de diseñar reactores, pero era la persona más indicada para operarlos. Y además, siendo la industria mediana, medio pesada y pesada muy muy incipiente en la Argentina, no había mayor interés en seguir una carrera donde había que dar muchas vueltas para encontrar empleo. El año en que yo egresé del doctorado en bioquímica, mi camada fueron 25 personas, y los

doctores en química que se recibieron el mismo año fueron tres. Lo digo porque la carrera de doctor en química y en bioquímica tenían diez materias en común, que las dictaba el mismo profesor. Así, he sido compañero de una camada de doctores en química donde egresaron solamente tres. Luego se revirtió el proceso por el desarrollo intensivo de la industria química que hizo imprescindible el conocimiento de un profesional universitario; entonces, aun las industrias pequeñas, empezaron a buscar profesionales universitarios químicos. Yo diría que en los '40 y buena parte de los '50 la industria química menor estaba en manos de muchos inmigrantes que tenían un conocimiento artesanal y no profesional".

Como se ve, la experiencia de los doctores en química ha sido semejante a la experimentada por la ingeniería química y las estadísticas de egresos ratifican plenamente el juicio de este entrevistado.

Veinte años, si no más, de un crecimiento cuantitativamente insignificante de la profesión, sin indicios de un incremento que sólo se producirá cuando a la existencia real de la formación universitaria, se sume una demanda real de la economía.

Así el proceso indicado ayuda a clarificar algunos equívocos sobre las relaciones entre formación - oferta - y demanda productiva. Por una parte, y contradiciendo la tesis de la oferta dinamizada por la demanda industrial - tesis por otra parte, ortodoxa para algunos estudiosos de los recursos humanos - muchas de las nuevas profesiones surgieron y se desarrollaron por muchos años dinamizadas internamente por el sistema universitario académico y no, como se cree, generadas por demandas reales del sector económico. Desde el punto de vista de la estructura productiva, en los hechos, girando en el vacío.

Conviene por lo tanto distinguir entre lo que son las nuevas carreras como creación institucional - emisión de un nuevo título o diploma, creación de equipos docentes, investigación, etc. - y las nuevas carreras como demanda masiva del alumnado - matrícula o egresos.

Mientras que en estas profesiones la primera etapa parece operar con gran autonomía de la esfera productiva y obedecer principalmente a la dinámica interna del sistema educacional, la segunda es en mayor medida una consecuencia de la relación entre sistema productivo y educación.

Las causas de la creación de nuevas carreras a su vez, también parecen obedecer a motivaciones muy diferentes. Como ya se observó, en algunos casos se trata de una 'modernización' en el sentido de seguir el camino de los países más desarrollados. De allí la emergencia de nuevas profesiones propias de economías más maduras y tecnológicamente de avanzada. En otros se conjugan factores de carácter local, institucional o regional - desarrollo provincial - ya sea por la presión por status educacionales más elevados en contextos rezagados, o bien por razones de carácter político.

Uno de los entrevistados atribuyó, por ejemplo, el surgimiento de la carrera de ingeniero químico en Santa Fé al movimiento reformista universitario y al hecho de que "(...) la Universidad del Litoral constituía un enclave modernizante en un contexto extremadamente conservador".

En los otros casos, las especializaciones de las ingenierías 'de productos', que no corresponden a las grandes categorías de especialización (civil, mecánico, electrónico), sino que comprenden el petróleo, minas construcciones navales, etc., parecen haber seguido otra pauta. En general, se trata de especializaciones que tenían una demanda creada en instituciones públicas y aquí las pautas de crecimiento de la matrícula de los egresados no evidencian el largo período de constitución sin demanda, sino que ésta se manifiesta en forma rápida desde el inicio.

Esta parece también ser una característica de las ingenierías más recientes, creadas con posterioridad al período de crecimiento de la industria sustitutiva de importaciones. Es así que la ingeniería electrónica, que viene a ser equivalente a lo que fue la ingeniería química en su tiempo, sigue una pauta de crecimiento de los egresos muy diferente de ésta (véase Cuadro 1).

De todas formas, ya sea por un motivo u otro, parece ser que el surgimiento de las especializaciones mayores dentro de la ingeniería siguió como regla general la dinámica interna de las universidades o del ámbito académico u obedeció a coyunturas sociopolíticas ajenas a una demanda inmediata de la estructura productiva.

Esta interpretación de la génesis de ciertas disciplinas puede prestar apoyo adicional a la tesis que afirma la existencia de un desencuentro o desajuste entre la economía y la educación y la existencia de la autonomía y desconexión que caracterizan a los sistemas científico-tecnológicos de la región, y ayuda a precisarla en sus alcances. Las nuevas carreras, al girar en el vacío, inducen trayectorias y cambios propios que contribuyen aun más al desencuentro entre demanda y oferta de recursos humanos.

Sin embargo, analizando esta trayectoria y origen, a pesar del desajuste señalado, no se puede dejar de reconocer que el aspecto más positivo de las creaciones de las nuevas carreras fue constituir los núcleos académicos básicos que luego permitirían una relativamente sólida formación del profesional.

El crecimiento a veces caótico, no planificado y desconectado de la esfera productiva de las ingenierías no impidió el desarrollo de un proceso acumulativo que significó la diversificación y complejidad creciente de la formación en ingeniería a partir de principios de siglo. El gran desarrollo de la ingeniería implicó, antes que nada, la proliferación y perfeccionamiento en cada carrera profesional de las ciencias básicas, química, física, biología, matemáticas, computación científica, etc. Para ello las universidades, en algunos casos, trajeron desde el exterior científicos y técnicos de primera línea. Así en Santa Fé y en la Universidad de La Plata, se crean institutos académicos al estilo europeo, con profesionales provenientes de centros científicos reconocidos.

Si las disciplinas científicas básicas vivieron y se procesaron inicialmente en el seno de las escuelas de ingeniería, ya sea como cátedras coordinadas, o como departamentos, ello permitió un nivel de calificación del

profesional promedio en ingeniería, relativamente alto. A su vez, este mismo proceso permitió en una etapa posterior la autonomía institucional de las facultades de ciencias exactas respecto de las carreras profesionales a partir de un nivel de desarrollo más elevado. La experiencia de desagregación gradual de las ciencias básicas de las facultades de ingeniería no viene a ser otra cosa que el proceso 'normal' de complejización de las especializaciones y de emergencia de nuevas áreas de capacitación e investigación científica.

De acuerdo con el Cuadro 2 si en 1940 sólo se registraban 33 egresados por año en apenas tres disciplinas: ciencias físico matemáticas, ciencias naturales y química, ya en 1950 esta cifra asciende a 140 egresados por año en seis disciplinas; en 1960 a 214 en siete disciplinas y sobre 1974, alcanza a los 1.000 egresados en 14 disciplinas (lo que corresponde de hecho a 22 especializaciones diferentes).

La formación profesional

Una de las interrogantes que más interesaba despejar en el estudio se refería a la percepción de los 'empresarios' respecto de la formación - universitaria - en relación con el desarrollo tecnológico. Su calidad, adecuación y en qué medida la misma satisfacía los requerimientos de las firmas para el desarrollo de las actividades de investigación y desarrollo.

A continuación se analizarán, en las respuestas de los 'empresarios', las opiniones referentes a la formación básica profesional en la Argentina. Debe advertirse, sin embargo, como se verá más adelante, que el análisis de la formación profesional respecto del cambio y la innovación tecnológica requiere la introducción de categorías más definidas sobre los tipos de formación, para posibilitar un tratamiento más profundo y sistemático del problema.

En primer lugar debe anotarse que las respuestas registraron un alto consenso en tres aspectos: primero, que no es posible referirse a la formación profesional en términos generales; segundo, que la formación básica profesional en la Argentina es excepcionalmente profunda y completa; tercero, que la formación especializada y tecnológica no puede juzgarse circunscribiéndose a consideraciones meramente académicas.

La opinión unánime de los 'empresarios' sobre el nivel de formación básica profesional con que egresa de la universidad el ingeniero argentino ha sido siempre, en todas a las respuestas, plenamente positiva. Desde aquellos que la califican como excelente, hasta los más moderados que emplean el calificativo de buena, todos los entrevistados han coincidido en destacar que el nivel promedio de calificación del egresado no ha sido un obstáculo importante al desarrollo tecnológico industrial.

"En general, usted ve que en todas las empresas argentinas que tienen un determinado volumen (tecnológico), el número de profesionales nacionales es muy importante. Y eso es debido creo que en parte al nivel de enseñanza, que es bueno a pesar de todo lo que protestemos en relación con ello".

"En cuanto a los problemas de nivel, algunos entrevistados opinaron que los hay, son muy pocos. Es verdad que existe cierta heterogeneidad ahora que hay tantas universidades periféricas, pero de cualquier manera, el nivel medio del país es alto en cuanto a la formación universitaria básica. Y creo, que es la clave fundamental".

"(...) yo diría que, desde el punto de vista de sus características, el profesional sale bien formado, con una buena formación básica, que lo hace apto para encarar cualquier tipo de problema. Y el hecho es que, en general, los profesionales argentinos que salen al exterior, triunfan, les va bien. Claro, algunos problemas podemos encontrar, no podemos decir que todos son excelentes, pero el grado de preparación que tendrían que llevar todos es de muy buen nivel".

Estos son algunos juicios generales que emitieron algunos entrevistados y que reflejan la opinión dominante sobre la formación básica universitaria. Existen, como se verá, algunos reparos a esta formación, sin embargo, ninguna crítica cuestiona este juicio plenamente favorable

Con respecto a esta cuestión de la formación básica, no se hacen distinciones de importancia según las distintas especializaciones. Las que se efectuaron no son de tal magnitud como para invalidar el juicio:

Algunos entrevistados plantearon diferencias entre la formación argentina y la de los restantes países de América Latina. Existe también implícitamente en las respuestas obtenidas, una percepción de diferencias apreciables entre los países de la región. En particular, algunas empresas que operan internacionalmente a través de subsidiarias, contratos de asesoramiento, venta de paquetes tecnológicos o de fábricas, señalaron las deficiencias encontradas en los recursos humanos tanto de alto nivel como de nivel medio. Uno de los entrevistados de una firma de amplia cobertura en Latinoamérica, señaló que:

"Pero Ud. sabe que el mayor problema que hemos tenido, más en Venezuela que en Ecuador, es justamente el que se refiere al grupo humano, es decir la parte humana, técnica, que se necesita a todo nivel; desde el supervisor y el obrero a la gente que trabaja en la parte de ingeniería industrial. Tal era el problema que se había llegado a un acuerdo en que una de las formas de transferir la tecnología, era a través del trasplante de recursos humanos".

Esta impresión se repite en la mayor parte de los entrevistados que por las actividades internacionales de las firmas se vieron obligados a trabajar con personal técnico de otros países. Las diferencias más marcadas se encuentran por lo general entre los países del Cono Sur (Argentina, Chile y Uruguay) y los restantes, señalándose en particular problemas con los recursos humanos de alto nivel en otros países de la región, en tanto que dichas dificultades aparecen en menor medida en Brasil y México.

Este juicio es sin duda coincidente con las expectativas que se podrían derivar del conocimiento de la evolución y crecimiento del sistema de formación universitaria argentino en materia de ingeniería y ciencias exactas visto en el punto precedente.

A este aspecto se refieren algunos entrevistados que afirman que la calidad del profesional argentino y sus potencialidades para el desarrollo científico y tecnológico se encuentran apoyados en un largo proceso de desarrollo de las carreras científicas básicas y de las especializaciones en ingeniería, proceso éste que se remonta en algunas disciplinas a las primeras décadas de este siglo. Incluso se señala que en materia de formación básica, se ha producido un relativo retroceso en muchas especializaciones en los últimos años en relación con la posición de avanzada que le cupo a la Argentina en momentos anteriores (desarrollo de la química, petroquímica, etc.).

La relevancia relativa del problema de los recursos humanos

Los niveles y adecuación de los recursos humanos para el desarrollo tecnológico en la Argentina, en relación con otros factores de tipo económico e institucional, son de escasa importancia a juicio de los entrevistados.

Aunque más adelante se dedica alguna atención a ciertos problemas de formación que aparecen reiteradamente como críticas al sistema universitario, sin embargo, ninguno de ellos aparece con una relevancia equivalente o semejante a otros obstáculos a las actividades de producción, investigación y desarrollo, etc. de las firmas. Por lo tanto, los problemas de la formación universitaria pueden ser, de acuerdo con la casi unanimidad de las respuestas, calificados de menores.

Si bien no es posible indicar un orden de rango preciso de los problemas que obstaculizan el desarrollo tecnológico, a juicio de los entrevistados, una lista tentativa de factores puede ordenarse de acuerdo con la relevancia asignada a cada factor. Incluso muchos de estos factores han sido considerados como limitantes de la utilización plena de los recursos humanos, y ha sido descartada la hipótesis inversa, es decir, que la baja calidad de los recursos humanos hubiera obstaculizado el desarrollo tecnológico.

En primer lugar, se destacaron los problemas más generales de política tecnológica en el país y más globalmente, de política económica. A partir del juicio muy general de que no existe una política explícita y coherente sobre la economía y la tecnología por parte del Estado, un encuestado destaca más precisamente:

"Uno de los problemas que encontró la Argentina son los vaivenes en la legislación sobre el intercambio de tecnología. En un momento la legislación era muy abierta; uno podía traer la tecnología que le interesara. Luego casi cerraron la puerta y no dejaron entrar nada de tecnología porque era una mala palabra, porque era un abuso y entraron a todas las discusiones políticas. Y eso ha traído estos vaivenes y, no solamente en la Argentina, sino también en otros países, Brasil, México, Perú, Chile, etc. Hay algo que yo creo que tanto la industria como la Universidad y los gobiernos que manejan esa parte, no entienden bien de este asunto de transferencia de tecnología. Yo uso a Japón como un ejemplo de qué es lo que hay que hacer. En Japón - después de la

que el resultado más obvio es, salieron y buscaron tecnología que se podía importar, ajustada a sus necesidades. Entran con las nuevas plantas, las ponen en marcha, entrenan a la gente en eso, y entonces tienen la última tecnología y cualquier idea nueva que tienen para modificarla es para modificar sobre lo último".

Otro entrevistado relacionó los problemas de recursos humanos con los obstáculos para el desarrollo tecnológico en otros términos, enfatizando la falta de utilización óptima de los profesionales en virtud de los ciclos económicos.

La cita que se transcribe a continuación es bastante significativa de una opinión generalizada entre los entrevistados en el sentido de que más que obstaculizar el proceso de desarrollo tecnológico, los niveles de utilización de los profesionales fueron afectados por otros factores, impidiendo a veces aprovechar sus potencialidades.

En algunos casos, este juicio sirvió para explicar los motivos del drenaje de cerebros como proceso resultante de la sobre-educación relativa; exceso de recursos humanos que el sistema económico no es capaz de absorber ocupacionalmente.

"No se debe confundir el aporte de los universitarios al desarrollo tecnológico, con las condiciones (económicas, políticas, etc.) que lo favorecieron. Cuando hubo condiciones favorables, los profesionales hicieron su aporte. No se olvide que los de mi generación tuvimos la suerte de actuar en un momento de despegue económico del país respecto de la evolución e inversión de capital sobre el año 1960 (que se empezó básicamente con los del '58). Del '64 en adelante el despegue quedó un poco estancado. La generación del '44, a la que yo pertenecía, tuvo la oportunidad de aplicar lo que sabía y conocía. Después, como no hubo inversión ni agregados importantes al desarrollo industrial, obviamente desapareció un espectro de lo que puede dar el hombre salido de la universidad. En esencia, a pesar de los vaivenes y las subidas y bajadas en la calidad de los que se han formado, siempre hay oportunidades de que el hombre de la universidad pueda aportar algo de importancia y trascendencia, la cuestión es que tenga oportunidades. Yo pienso que el país desde el año '60 ha hecho aportes importantes; ha habido que trabajar sobre tecnologías nuevas y mejorarlas, aumentar la capacidad de producción, resolver cuellos de botella, e inclusive innovar de manera tal que la Argentina en el mercado mundial se ha puesto a competir con plantas-paquete".

"Todo ello se ha hecho con tecnología local y con personal salido de las universidades. Hubo momentos brillantes, en el '60 Argentina era el primer país en petroquímica, ahora superado por Brasil, México y Venezuela. No hubo obstáculos por el lado de los técnicos, no creo que el nivel profesional que tuviéramos nosotros lo tuvieran los otros países de América Latina. Ha habido vaivenes en la formación. La preparación universitaria, en la medida en que se compara con la de los Estados Unidos o Europa, se puede mejorar, pero en ningún caso se puede pensar que nuestro técnico esté fuera de concurso".

Como puede apreciarse en estas citas, en ningún caso el problema de los recursos humanos adquiere una relevancia relativa mayor que las políticas públicas, la legislación en materia económica y tecnológica, el mercado y la inversión.

En este sentido, el 'diagnóstico' efectuado por los demandantes de recursos humanos de alto nivel en la Argentina parece atípico: contrariamente a lo que aparentemente sucede en otros países de la región, los opinantes sostuvieron que las limitaciones más importantes de las actividades de planta e investigación y desarrollo para un proceso sostenido de cambio tecnológico no se originan en la calidad de los recursos humanos disponibles, sino en los factores mencionados en el párrafo anterior.

De todas las entrevistas realizadas se destaca sólo un caso en el que la formación de ingenieros de alto nivel apareció como un problema de cierta entidad. Esto fue manifestado con respecto a cierto momento del desarrollo de proyectos del sector petrolero que se vieron dificultados por la carencia de ingenieros químicos, ya que las Universidades aún no ofrecían en cantidad suficiente diplomas en esta especialidad.

También cabe pensar que la experiencia del doctorado de química, ilustra indirectamente los desajustes entre la oferta y demanda provenientes del camino relativamente autónomo que siguió el sistema universitario en relación con la esfera productiva. El hecho de que un entrevistado señalara que a la vez que hay una oferta de doctores en química, existe un reclutamiento de capacidades semiartesanales en la industria química, también hace pensar que las 'imperfecciones' del mercado de recursos humanos hayan tenido como consecuencia en ciertos momentos carencias de capacidades, que la industria estaba demandando, o, a la inversa, una sobreoferta.

En todo caso, los resultados de las entrevistas son muy esclarecedores al respecto, indicando que siempre parece haber primado el desajuste debido a la sobreoferta más que por la demanda insatisfecha.

Por último una nota de precaución se hace necesaria. Es posible que la 'irrelevancia' de la carencia y calidad de los recursos humanos en relación con otros factores lleve a pensar que para la demanda no existen problemas de esta naturaleza. Como se verá más adelante en el capítulo siguiente esto no es cierto, por tres razones fundamentales.

En primer lugar, la baja relevancia relativa del problema de los recursos humanos es un juicio general y no específico o referido a algún área o esfera particular de actividades tecnológicas. Vale, en tanto corresponde a una imagen consensual - promedio - de la evaluación 'empresaria'. Sin embargo, paradójicamente cabe admitir, como se verá más adelante, que es posible identificar en lo concerniente a los recursos humanos una 'escasez dentro de la abundancia'.

En segundo lugar, el problema de la formación de los recursos humanos debe ubicarse en el marco real del proceso de cambio tecnológico, sus características y naturaleza. Así tratándose de una industria como la Argentina, no se puede perder de vista que la innovación doméstica se localiza

principalmente en el área de productos y no de procesos, que, por ello es más una innovación basada en ingeniería y no en ciencia 2/.

Por último, no debe perderse de vista que la formación y capacitación de recursos humanos de alto nivel es, en última instancia algo más controlable y mejorable desde la firma, en contraste con los obstáculos indicados (política económica, tecnológica, etc.).

Existe una diferencia de naturaleza entre los factores evaluados por los 'empresarios'; algunos factores son 'coerciones mayores exógenas', sobre las cuales la empresa difícilmente puede influir, o cambiar su sentido; otro es el caso de los recursos humanos tal como lo veremos en el punto siguiente.

Formación profesional básica y formación profesional especializada

¿Qué significa para los entrevistados que los recursos humanos no han sido un obstáculo para el desarrollo tecnológico y que la formación que reciben en la universidad es suficientemente buena? ¿Implica esto que se percibe al ingeniero egresado como una persona capaz de abordar tareas de planta, tecnológicas o de investigación y desarrollo con los instrumentos que le ofrece la universidad?.

Para responder a estas preguntas se hace necesario complicar gradualmente el análisis y comenzar a especificar el alcance y precisiones que los mismos entrevistados establecen en sus juicios.

Lo que es más, se requiere distinguir la óptica que adopta la firma cuando expresa su grado de satisfacción con el nivel de los profesionales.

Si no se comprende esta óptica de evaluación que adoptan los entrevistados, no se puede comprender la aparente contradicción entre el juicio sumamente favorable que emiten sobre los recursos humanos de alto nivel y la dedicación muy alta que las firmas conceden, en tiempo y recursos, al aprendizaje 'complementario' que el profesional debe realizar.

En la práctica las firmas que crean tecnología, asumen como 'natural' o evidente que se hace necesaria una formación tecnológica (aprendizaje tecnológico) post universitaria. En muchos casos, son las propias firmas las que asumen esta tarea; en otros, se otorga esta función a instituciones privadas o semiprivadas, pero raramente a la universidad.

El problema de la formación intermedia entre la formación profesional universitaria (estudios de graduación o de tercer nivel) y el desempeño eficiente en la tarea específica asignada en la firma, parece por lo tanto un proceso mucho más complejo, que no se puede expresar en dos actividades claramente diferenciadas como las de formación (en el ámbito académico) y trabajo. De hecho sería más apropiado conceptualmente hablar de un proceso dinámico de formación asociado al proceso de aprendizaje en la firma.

Se puede decir, reiterando lo expresado al comienzo de este capítulo, que el juicio globalmente favorable que emite la 'demanda' sobre los recursos de alto nivel está siempre apuntando a la formación básica y más específicamente a la formación en las ciencias puras y orientadas (no necesariamente a la investigación científica).

Más que referirse a la capacidad real que el profesional tiene de aplicar sus conocimientos aprendidos en la universidad, lo que se manifiesta en las respuestas es un juicio sobre su capacidad de adaptación y aprendizaje en la variedad de situaciones y tareas específicas que el mismo deberá cumplir ya sea en producción, ingeniería de fábrica, o investigación y desarrollo. En otras palabras, se juzga a partir de una relativamente buena formación básica, su capacidad de aprender.

Por supuesto que en este punto tampoco existe un consenso pleno y tanto las opiniones vertidas como las acciones concretas llevadas a cabo por las firmas tienen matices y variantes que deben considerarse - aspecto este que se retomará en los capítulos siguientes. A pesar de todo, no existen opiniones muy encontradas en una serie de tópicos que de hecho están implicados en esta óptica general a que se hace referencia; en primer lugar, existe coincidencia de opiniones en que el ingeniero, tal como egresa de la universidad, no está en condiciones de aplicarse a tareas tecnológicas de producción o de investigación y desarrollo sin una capacitación complementaria; esto lleva implícita, en segundo lugar, una evaluación parcialmente negativa de las experiencias universitarias de especialización, que procuraron formar un tecnólogo especializado - o sobreespecializado - en algún área de las ingenierías, y en tercer lugar, implica que las firmas demandantes de recursos humanos de alto nivel deben desarrollar estrategias alternativas a la formación universitaria para capacitar al profesional en las tareas específicas ya anotadas.

1. Formación básica o formación especializada

Un problema recurrente en los estudios sobre los recursos humanos para la ingeniería es el de quién debe impartir la formación propiamente tecnológica, cuál debe ser el alcance de los estudios de grado, y cuál es el sitio 'natural' de su localización. De hecho, esto implica preguntarse sobre los alcances que debe tener la enseñanza universitaria y en qué medida se debe o no especializar al egresado.

Se han dado muchas razones que procuran explicar cuáles son los factores que inducen a la industria contemporánea a dedicar esfuerzos y recursos a la formación y capacitación de ingenieros y técnicos, a pesar de que existen formas institucionales universitarias y escuelas técnicas cuyos cometidos abarcan estas funciones. Para algunos, se trata de una reiteración innecesaria, activada por la competencia privada; para otros, es vista como una necesidad intrínseca del proceso de cambio tecnológico o económico contemporáneo.

Casi todos los entrevistados, en sus respuestas, se han adherido implícitamente a esta segunda interpretación. La aceleración del cambio tecnológico, de nuevos procesos industriales, equipos y productos es señalada

como el factor principal que hace que la respuesta de los sistemas académicos no pueda seguir la velocidad de los cambios tecnológicos. A su vez, respecto de los aspectos económicos, la necesidad de formación en la industria resulta de la expansión creciente y de la complejidad que adquieren las industrias en la economía contemporánea; requerimientos de planeamiento organizativo, administración, conocimientos económicos de los tecnólogos y conocimientos tecnológicos de los economistas, y la necesidad de una visión externa a la firma y a su actividad específica, que supera largamente las posibilidades de la universidad. "La discrepancia entre lo que la educación aporta y la industria necesita tiende a acentuarse en vez de disminuir".

Uno de los entrevistados enfatizó precisamente este aspecto al señalar que mantiene como única actividad docente universitaria una cátedra de Economía para ingenieros puesto que el tecnólogo (químico, industrial) requiere de una visión económica más general que su conocimiento disciplinario: "(...) trato de mostrar que un químico sentado en la mesa de decisiones, si no conoce por lo menos el léxico habitual de capital, trabajo, inversiones, retorno, etc., va a ser una figura decorativa". Y para otro entrevistado en el área electrónica, la reposición de técnicos y profesionales que se operó en su empresa no derivó de las limitaciones técnicas del personal, sino de su "falta de visión del mercado".

Por otra parte, un tercer entrevistado refiriéndose a los problemas tecnológicos de la capacitación profesional manifestó que:

"Yo entiendo que la facultad da la parte de ciencia básica, necesaria y suficiente, que sirve de base para luego profundizar en la parte técnica. Pero así como salí el ingeniero mecánico de la facultad y va a la industria petroquímica o siderúrgica, la facultad no puede perfeccionarlo ni en una, ni en otra. Si bien tiene sus materias que hacen a siderurgia, metalurgia, petroquímica, química, etc., (...) yo entiendo que la facultad da un conocimiento de carácter general, pero lo que hacemos acá (instituto de formación privado) es familiarizarlo con los equipos específicos. Aparte, en la facultad tienen sobresalientes profesores en materias de carácter general, pero no pueden darse el lujo de tener un especialista de laminación en frío, porque el que se especializó y deja eso para ir a la facultad, es tan rápida la evolución tecnológica, que al cabo de dos años deja de ser especialista".

"Vale decir, que una misma planta, de una determinada marca, en diez años es completamente distinta. Hoy en día todos los equipos están siendo manejados a la luz del concepto de automatización, computadoras, etc.; y hace veinte años no había nada de eso. Por ejemplo, hoy tenemos trenes que caminan arriba de los 90 a 100 kilómetros por hora, y eso no se puede controlar en forma manual, se requiere de una serie de dispositivos. Y todas esas variantes, la única manera de conocerlas es estando aquí, sobre el equipo día a día. Esta es la ventaja que tiene un instituto de formación tecnológica en relación con la facultad, sin desmerecer la facultad. Entiendo que ella tiene un determinado objetivo, y de allí en más no le corresponde".

Este juicio, emitido en este caso por un profesional a cargo de los cursos de capacitación y perfeccionamiento de un instituto privado de empresas de un mismo sector, levanta serias y legítimas dudas sobre la viabilidad de la universidad como ámbito de formación en los aspectos tecnológicos especializados.

En este sentido coincide con las críticas sobre la orientación especializada y estrechamente acotada en materia tecnológica, de algunas experiencias universitarias.

Así el problema se percibe en términos muy similares, señalándose que en forma gradual la formación básica general que impartía la universidad en períodos anteriores fue paulatinamente estrechándose en una formación especializada, o para algunos casos sobre especializada.

"Nosotros teníamos un plan de estudios (año 1942) tal, que nos preparaba para tener un pantallazo general de la química. La formación básica no era mala, porque teníamos 2 físicas, 2 análisis matemático, 2 orgánicas, 2 químicas básicas, 3 analíticas, fisicoquímica. Además, nos daban algunas materias de análisis biológico, análisis clínico, toxicología, química legal, 2 materias de tecnología, anatomía, botánica y mineralogía. Esto nos permitía egresar con un espectro de químicas bastante amplio; luego se fue acotando, tratando de que, por necesidades del país se especializara la profesión un poco más".

Y agrega:

"En general, y pongo como ejemplo la industria metalúrgica, se contratan ingenieros civiles para toda la parte de movimiento. Y para la parte de altos hornos y lo demás, más bien ingenieros metalúrgicos, que tienen conocimientos básicos de química y andan bien en esto. Es una cuestión de formación y tengo la impresión de que como la formación básica es buena, después las materias que les dan para especializarse no hacen mucho a lo que es la infraestructura que tiene el profesional. Porque les dan también cosas de eléctrica, de mecánica, y de electrónica, a pesar de que saquen ingenieros civiles, aunque les den más cálculo de estructuras, propiedades de los materiales, etc., pero en general la parte básica en cualquiera de las carreras que se están dando en el país es buena (...). Creo que en estos momentos conviene sacar un profesional un poco general. Como el médico que se recibe sin ninguna especialidad, después hace su postgrado o su especialización; o los abogados, ellos no forman profesionales ya discriminados; un abogado en laboral, comercio o aduana. Sale abogado y después, según en qué trabajo, se especializa; post grado, reciclaje, especialización o como quiera llamársele".

La experiencia profesional de los ingenieros, por otra parte, confirma fehacientemente este juicio. En general, la mayor parte de los profesionales está ocupada en actividades que, poco tienen que ver con su especialidad universitaria inicial. Un rasgo característico de la situación del profesional ingeniero argentino es, precisamente, el hecho de que su trabajo,

más que sus estudios iniciales, es el que determina su real especialización. A ello se agregan los criterios de reclutamiento por parte de las firmas; por ejemplo, si se prefiere un ingeniero industrial a uno mecánico o un químico, se define más por el conjunto de materias básicas que conforman el currículum profesional, que por aquellas que se refieren a lo tecnológico específicamente.

Esta experiencia parece haber tenido consecuencias importantes respecto del cuestionamiento de la existencia de carreras especializadas, hasta el punto de que, desde todos los ángulos, sean éstos el ámbito de la firma, o de los centros de formación privados, se emite siempre un juicio crítico sobre la mayor parte de las especializaciones tecnológicas en la ingeniería.

Es posible sintetizar este conjunto de consideraciones, diciendo que las respuestas ponen en evidencia la complejidad del problema de formación en tecnología e investigación, permitiendo precisar el juicio inicial emitido por la demanda sobre la formación profesional. No existe una capacitación universitaria que se pueda aislar de un contexto de formación profesional más amplio. La complejidad proviene del hecho de que las fuentes de formación profesional tienen muchas vertientes (academias, trabajo en la firma) y están comprendidas en una 'división de trabajo' del sistema científico y tecnológico de formación que adquiere en cada contexto una configuración específica.

2. Post grado y especialización

En la Argentina no existe, de hecho, el postgrado en ingeniería. Salvo algunos casos excepcionales en donde se dictan cursos de tipo académico convencional que estrictamente no constituyen formación de postgrado al estilo de la que existe en las facultades de ciencias, lo cierto es que la formación de los profesionales comprende sólo un ciclo de tercer nivel. No existe, dentro de la formación universitaria, ningún tipo de escalonamiento o sucesión de cursos de mayor alcance formativo. La enseñanza, como vimos, tiene contenidos básicos amplios, y tecnológicos estrechos, y éstos están orientados en mayor medida a ofrecer cierta información sobre tecnologías y su aplicación, que a la creación de tecnología.

La duración de las carreras de ingeniería demanda formalmente de 6 a 7 años de estudios, lo que, para un solo título habitualmente, implica una carrera relativamente prolongada.

En una perspectiva comparativa, si se relaciona la estructura universitaria argentina con otras experiencias, la estructura y organización de los estudios de ciencias e ingeniería en el país parece ser excesivamente prolongada para la formación de un profesional promedio con un grado razonable de capacitación, y en ingeniería, excesivamente pobre en las posibilidades de formación sistemática de postgrado. De hecho, y si se confía en las evaluaciones recogidas, el tercer y único nivel de formación de ingenieros constituye una mezcla de lo que en otros sistemas son cursos de graduación (tercer nivel) y cursos de postgrado. Combinación inapropiada, porque si bien parecería ofrecer una sólida formación básica y una potencial 'versatilidad' del profesional, no cumple acabadamente ninguna de las dos condiciones. Es inadecuado (excesivo y reiterativo) como formación mínima profesional; y también lo es en cuanto a las posibilidades de profundización sistemática (especialización tecnológica, investigación científica, etc.).

El sistema universitario argentino parece, entonces, haber diferenciado las ingenierías principalmente a nivel de graduación y en este sentido se trata de una diversificación de títulos habilitantes en sentido horizontal, en lugar de seguir la estrategia de otros sistemas cuya diversificación especializada opera verticalmente, por la sucesión de estudios con creciente grado de profundización y especialización.

Las razones que llevan a la consolidación de un sistema de este tipo escapan al propósito de este trabajo, aunque cabe señalar que en principio, llama la atención que un sistema de formación universitario bastante evolucionado en términos relativos, no haya podido alcanzar un grado mayor de articulación en las formaciones básicas, tecnológicas, especializada y la investigación científica.

Es bastante claro que el sistema óptimo o 'ideal' que está detrás de esta crítica lo constituyen los modelos de post graduación de carácter incremental al estilo de las existentes en Estados Unidos y algunos países europeos.

Sin embargo, sería apresurado y tal vez erróneo suponer que el 'modelo ideal' tenga indiscutible y necesariamente que serlo para la Argentina. Si bien pueden destacarse las virtudes indiscutibles de dicho modelo de postgraduación, como forma de especialización y capacitación incremental, como formación de personal docente de alto nivel y como articulación de la investigación científica con la docencia, parece prudente tener en cuenta otros factores no educacionales que también juegan preponderantemente en la viabilidad de un modelo u otro.

El hecho de que, todavía a fines de la década del '70 se esté discutiendo sobre la posibilidad de una formación de cuarto nivel en las ingenierías, indica, de todos modos, que existe un problema de magnitud aún mayor no resuelto.

Para algunos autores, la resistencia a la creación de postgrados tiene que ver con dificultades intrínsecas del ámbito académico universitario: la autonomía universitaria, que genera unidades académicas independientes reacias a un sistema integrado; el status de ingeniero, que tiene la connotación de 'título máximo' y que se vería reducido a un 'pregrado'; y los temores de que un nuevo título superior académico disminuya el valor del título de tercer nivel en la competencia profesional, son tres de las razones que se aducen como obstáculos para la creación de un sistema escalonado de especialización y perfeccionamiento en las ingenierías.

La percepción que tienen los entrevistados desde la perspectiva de la firma, sobre el problema, indica claramente un alto grado de insatisfacción con las formas en que se organizan las especializaciones en la Argentina y, en particular, con respecto a la inexistencia del postgrado.

Uno de los entrevistados, afirmó:

"Existe una tradición bastante importante en materia de formación de universitarios a nivel de grado. Donde la cosa no siempre ha funcionado

que ~~bastante~~ ~~en~~ ~~los~~ ~~campos~~ ~~de~~ ~~postgrado~~ ~~y~~ ~~especialización~~. En realidad, en el país se me ocurre que no hay demasiados casos en donde se haya alcanzado un buen nivel; quizás esto ocurra en el área petrolera mejor que en otras. Generalmente la situación es bastante anárquica y quizás como consecuencia de la misma estructura económica: se trata de un país bastante industrializado, pero con muchas áreas pequeñas que no hacen el efecto de masa como para permitir cierto avance. No se trata de un país monoprodutor o muy especializado o con áreas muy grandes. Entonces, tenemos áreas muy bien armadas, como por ejemplo la parte de energía nuclear, en donde la CONEAT se maneja muy bien, con cursos a todo nivel, con una política de formación de personal; el área petrolera también se ha manejado relativamente bien; en siderurgia, aunque no haya una empresa poderosa, hay una infraestructura que permite cierto desarrollo de la capacitación. Pero hay muchas otras en que la formación es un poco a libro y un poco a fábrica. Y me estoy refiriendo a la especialización del profesional técnico".

Reafirmando esta interpretación, otro entrevistado hizo referencia al hecho de que la especialización en las ingenierías en la Argentina - o la sobre especialización - correspondió en gran medida a expectativas generadas en un proceso sostenido de desarrollo industrial que, finalmente, no ocurrió. En sus palabras,:

"(...) el país no caminó a la velocidad que se esperaba".

Así sobre la década de 1950, se genera un proceso de reestructuración en muchas carreras universitarias, en el cual se introducen elementos nuevos tendientes a especializar al profesional. En el área de química, se señala la importancia que adquieren las químicas analíticas y las materias orientadas hacia la capacitación tecnológica, que parecían corresponder a una demanda creciente de la estructura productiva. Sin embargo, a juicio de este entrevistado :

"(...) actualmente, estamos formando profesionales demasiado acotados. Yo termino con un estudiante en la parte tecnológica y quiere ir a fermentaciones y se encuentra con toda la parte de clínicas, biológicas, de fermentaciones, y no puede entrar, lógicamente, porque no tiene preparación suficiente para eso. Pienso que, de alguna manera, hay que modificar un poco los planes, por lo menos en esos aspectos. Y seguramente en otras carreras que no conozco, pasará lo mismo. El objetivo, abrir el espectro al profesional que se recibe como para que pueda hacer armas en un conjunto de disciplinas".

Otro entrevistado fue más terminante aún con respecto a la importancia del postgrado como única forma de especialización, afirmando que los niveles de conocimientos del graduado son bastante distintos:

"(...) a mi manera de ver, los conocimientos que tienen que darse a un profesional que trabaja en investigación son diferentes que los que tienen que darse a una persona que profesionalmente tiene que defenderse en un trabajo de planta. Y la metodología de trabajo también es diferente, porque generalmente Ud. tiene que partir de nada; lo más

elemental sería la adaptación de una materia prima; pero después se les van complicando las cosas con problemas más importantes. Es claro, la parte de investigación necesita al hombre formado con otra disciplina y con otros conocimientos, no es que sea formado de otra manera. Por eso yo diferencio lo que es la licenciatura a nivel profesional y el doctorado a nivel de postgrado o de graduado. Todo el estudio a nivel de graduado lo conduce a un doctorado y ese doctorado lo tiene que llevar a Ud. a resolver los problemas que a nivel de licenciatura profesional le va a costar un trabajo enorme resolver o que no podrá resolver. Hay un conjunto de elementos de los que usted no dispone o no tiene. Supongamos un problema de reactores, un profesional normal que no ha entrado muy a fondo en los problemas de reactores, no puede encararse con eso, porque además de todos los problemas de reactores; están todos los problemas de infraestructura del reactor: que son la cinética química, los problemas de flujo de fluidos, de transferencia de calor, etc., que Ud. a un profesional no puede pretender darle, porque es imposible. Inclusive la matemática común ya no le sirve; tiene que ir a otro tipo de matemática, neperiana y algo más para interpretar los fenómenos. Son más que nada fenómenos de transporte y de transferencia de calor, transferencia de materia. El nivel de conocimientos ha caminado tan rápido y a tanta velocidad que a nivel profesional no puede entrar todo eso a no ser que se tenga un profesional estudiando durante diez años".

Por esos motivos, puede afirmarse que las experiencias de especialización dominantes en la Argentina están siendo en mayor o menor medida cuestionadas y, de alguna forma, la opinión prevaleciente en los representantes de las firmas entrevistadas, es la de estar, por así decirlo, 'de retorno' de la idea inicial de una especialización de tercer grado.

Estudios en el exterior

Los estudios realizados en el exterior, ya sea a través de becas o formación de postgrado, como especialización o aprendizaje en institutos particulares, o como cursos complementarios de reciclaje periódico de actualización académica o tecnológica, están plenamente incorporados, en la práctica, a la formación académica en todos los países en desarrollo. Más aun, los mejores niveles de calidad técnica y científica en América Latina se han generado, frecuentemente ya sea por el trasplante de individuos de países más desarrollados, o bien por la realización de estudios en el exterior por parte de los profesionales locales.

Este hecho llevó a insistir, en las entrevistas, sobre tópicos referidos a la formación en el exterior. A primera vista podría parecer un hecho inesperado el que los entrevistados no señalen los estudios en el exterior como un elemento fundamental; o su ausencia como un problema para los recursos profesionales que se incorporan a las firmas. Existe por supuesto, un juicio general favorable a los estudios en el exterior, aunque el juicio es mucho más en el sentido de que: "(...) los estudios en el exterior no vienen mal", más que un juicio relativo a una necesidad de formación externa alternativa a la que se brinda en el país. No parecen ser importantes, ni ser percibidos como un requerimiento imprescindible en cuanto a la formación académica.

Algunos entrevistados destacaron un hecho, por otra parte bien conocido, referido a la modalidad un tanto diferente de la Argentina con respecto a otros países latinoamericanos. En particular, se señaló, que la forma de organización de los estudios en el exterior en otros países está plenamente incorporada a la 'cultura profesional y académica' de los profesionales. Es así que se señaló que en otras regiones existe una tradición de que la etapa siguiente a los estudios de graduación nacional está constituida por estudios en los EE.UU. o en otros países desarrollados. No así en la Argentina, en donde recién en los últimos años se empieza a destacar un fenómeno semejante. En este sentido, uno de los entrevistados expresa:

"(...) en cuanto a la Argentina, en la parte de ingeniería, no se está tan acostumbrado como en el resto de los países más próximos a la zona tropical dentro de América. El ingeniero venezolano, colombiano, centroamericano en general, es un ingeniero que después de recibirse en su país, por lo general va a hacer estudios de postgrado en EE.UU. o en Europa; por lo general, el ingeniero argentino y el uruguayo prácticamente no lo hacen; el chileno está en la misma tesitura. Ahora, sí, lo están haciendo mucho, ahora van mucho al norte a especializarse; pero el ingeniero argentino en general no tiene estudios de postgrado. Lo que sí tiene, digamos, es que la universidad de acá es muy severa; el nivel de tipo técnico es de primer nivel, los ingenieros eran gente que se había recibido y que tenían cierta experiencia; no eran solamente ingenieros, sino ingenieros y técnicos especializados netamente industriales".

Si esto es un problema que tiene que ver con la cultura académica de un país, o si - como lo propone este entrevistado - se trata de ciertas determinantes nacionales de la formación que no inducen al profesional a viajar al exterior para perfeccionarse puesto que ese nivel puede lograrlo relativamente bien en el país, es un punto que naturalmente escapa a esta indagación. Ambas hipótesis, no incompatibles por otra parte, quedan planteadas, y existen algunos estudios que permitirían suponer que efectivamente es la conjunción de ambos factores lo que está provocando una modalidad específica en el caso de Argentina. Lo cierto es que en el conjunto de respuestas obtenidas a estos interrogantes, resaltaron con mayor relieve los problemas e inconvenientes de la formación en el exterior, más que el entusiasmo que podía esperarse acerca de la formación externa.

En particular, se señalaron cuatro problemas de la formación en el exterior: a) los problemas de adaptación al retorno de los estudios; b) las dificultades del estudiante para adentrarse efectivamente en los aspectos tecnológicos de punta, en razón del secreto dominante en la esfera tecnológica; c) el carácter excesivamente caro de los estudios en el exterior, visto en términos estrictamente económicos; d) los problemas de emigración profesional que genera la realización de estudios en el exterior.

Con excepción del punto b), los restantes problemas señalados son ya lugares comunes en la discusión referida a las ventajas y desventajas de los estudios en el exterior.

Los problemas de adaptación del profesional al retorno derivan, como se sabe, de la inserción del profesional de países en desarrollo en contextos

científicos y tecnológicos más desarrollados, con otra problemática dominante, con pautas de organización de la actividad científico-tecnológica extremadamente ventajosas y con condiciones infraestructurales excepcionales para la investigación. En síntesis el problema de la adaptación del profesional al retorno constituye de hecho la problemática del desquiciamiento entre el grupo de pertenencia de su actividad y el grupo de referencia. Se señala así la dificultad que el profesional retornante tiene para adaptarse a las estructuras locales de creación científica y tecnológica, a las estructuras jerárquicas de las instituciones y a las recompensas materiales y simbólicas que implica la actividad de investigación y desarrollo.

En segundo lugar, se destaca que, por lo general, los estudios en el exterior referidos a aspectos específicamente tecnológicos, no siempre encuentran un campo abierto para la penetración del estudiante, en tanto la problemática tecnológica específica se maneja con criterios de secreto y propiedad que afectan su difusión hacia los centros académicos. El profesional difícilmente logra acceder a los niveles de tecnología que el país puede adquirir a veces a través de otros canales o mecanismos institucionales.

En tercer lugar, el recurso a los estudios en el exterior es percibido como excesivamente costoso, ya sea en términos económicos, ya sea en cuanto al tiempo y dedicación de esfuerzos, para una tarea formativa de 'dudosa' redituabilidad para el país.

Y por último, es conocido el problema de la emigración de profesionales que opera, en gran medida, a través de la conexión del ex-becario con el contexto externo que le abre perspectivas ocupacionales que favorecen su no retorno. Aunque no sea fácilmente cuantificable, es sin duda correcta esta percepción, en cuanto a que una buena parte de los recursos humanos que el país pierde por drenaje intelectual tiene origen en un proceso gradual, en el cual la primera etapa está constituida por la salida al exterior a realizar estudios de perfeccionamiento.

De todas formas, el punto más destacable respecto de esta evaluación de los estudios en el exterior radica en que los juicios varían un tanto según se trata de investigación científica o estudios de carácter estrictamente tecnológico. En general, se le reconoce más valor a los estudios en el exterior cuando se trata de lo primero, es decir, de investigación científica. Esto hace una diferencia importante y, en general, poco percibida por los analistas del tema, en cuanto a que las demandas de las firmas que crean tecnología y tienen departamentos de investigación y desarrollo relativamente institucionalizados, no subrayan tal requisito de prosecución de estudios en el exterior, aunque se admita que, globalmente, son beneficiosos.

Algunas conclusiones preliminares

En este punto se quiere cerrar el análisis de las opiniones de los 'empresarios' a la vez que dejar abiertos los principales aspectos conceptuales que serán retomados en los capítulos siguientes. Tal como se anticipara en las páginas iniciales, el estudio de las opiniones, como todo estudio de esta

naturaleza, requiere tener presente que su interpretación está inevitablemente acotada por la subjetividad de las respuestas. En este sentido cualquier análisis de las respuestas dadas por los entrevistados en la medida en que no introduce otros elementos externos no puede evadirse de la percepción subjetiva que sobre el tópico en cuestión tienen los entrevistados. Es por ello que no se ha introducido en el análisis efectuado hasta el momento, un juicio de verdadero-falso con lo expresado por los entrevistados.

Por ello el grado de satisfacción o insatisfacción de los 'empresarios' con la formación académica de los recursos humanos de alto nivel, puede tener significaciones muy diferentes que sólo es posible desentrañar con la introducción de otros elementos de juicio. Así por ejemplo, las evaluaciones pueden ser excesivamente conservadoras y conformistas si la meta tecnológica de las firmas es muy baja, si la demanda real por recursos humanos está subutilizando su disponibilidad o si el 'empresario' no posee una percepción lo suficientemente amplia sobre las combinaciones y potencialidades de los caminos tecnológicos posibles.

Sin entrar por ahora a esta difícil cuestión, y limitándose estrictamente a las inferencias admisibles a partir de la estrategia adoptada, las opiniones vertidas por los 'empresarios' permiten extraer algunas conclusiones de interés sobre el sistema universitario y su capacidad de dar sustento al proceso de cambio tecnológico. Es así que teniendo en cuenta el tipo y grado de innovación tecnológica doméstica vigente en la Argentina, parece sostenible la hipótesis de que el sistema académico de formación de ingenieros y científicos ha sido lo suficientemente efectivo. A pesar de los múltiples problemas que señalan y reparos que ponen, los 'empresarios' a la formación universitaria, y admitida la naturaleza caótica, y escasamente estructurada de la misma, su bajo grado de jerarquización interna, y los problemas señalados de formación especializada y de post grado, lo cierto es que desde la perspectiva de la demanda tecnológica parece razonable que no hayan existido reparos mayores a la formación de ingenieros y científicos. La universidad argentina parece en consecuencia haber cumplido su función.

Esta conclusión se comprende mejor si se agrega a ello que el tipo de innovación tecnológica doméstica a la que se remite este juicio, si bien adquiere cada vez más importancia en el proceso de adaptación y cambio tecnológico en la firma, se encuentra presumiblemente en sus primeras etapas. De allí que, tanto el tipo de innovación (principalmente de productos y no de proceso) como la complejidad de la misma (recurso a investigación científica) no requieren de mayor sofisticación en lo concerniente al tipo y calidad de los recursos humanos como tampoco respecto de la organización de funciones dentro de los grupos de investigación y desarrollo. En los hechos, como ya se destacara, la innovación tecnológica dominante en la Argentina está basada principalmente en la actividad de ingeniería, con ciertos componentes de ciencias aplicadas, pero los niveles más complejos parecen constituir más la excepción que la regla.

Es por ello que la demanda generada por el proceso de adaptación e innovación tecnológica debe considerarse como relativamente escasa para cierto tipo de funciones que implican conocimientos específicos en el área de investigación básica u orientada.

Ahora bien, si se torna la mirada nuevamente a los aspectos de la oferta universitaria, recordando el proceso de diversificación y complejidad experimentada por las ingenierías y ciencias desde principios de siglo hasta la fecha, se puede concluir que el juicio emitido por los entrevistados, a pesar de la subjetividad que implica, sostiene la plausibilidad de la hipótesis de que la formación académica en la Argentina ha permitido sin restricciones mayores, el avance del cambio tecnológico interno en la forma como se presenta.

Diferente en cambio es el problema que se puede suscitar en función de la tendencia futura de la innovación tecnológica y la presumible demanda creciente de recursos humanos con formación más ajustada a las funciones de investigación y desarrollo.

De alguna forma este problema parece estar presente en los juicios de algunos entrevistados, que demuestran menor conformidad con la adecuación actual de la formación universitaria a los requerimientos tecnológicos que con la existente en el pasado.

Aparentemente el sistema de formación en las ingenierías, con sus marchas y contramarchas, con sus experiencias de sobre especialización no exitosas, y con la superposición de esquemas organizativos de tercer y cuarto grado, permitió, dentro de ciertas contradicciones, formar un profesional 'versátil' y fácilmente adaptable a la función que le demandaba la firma.

En este sentido la formación puede haber resultado funcional a un mercado que no requería mayor especialización en funciones complejas. Ahora bien, si la universidad fue funcional para el cambio tecnológico en este sentido, al ofrecer al mercado un profesional adecuado, y si ya no lo es más por razones de creciente complejidad y madurez tecnológica del sector industrial, es un interrogante para el cual no se tiene una respuesta suficientemente fundada.

Sin embargo, el problema como tal debe tenerse en cuenta en cualquier discusión sobre las perspectivas futuras del proceso de cambio e innovación tecnológica en la industria argentina.

En este sentido parece conveniente no perder de vista que los juicios generales que emitieron los entrevistados corresponden 'grosso modo' a una situación tecnológica ex-post facto a la vez que a un juicio promedio, que en materia de cambio tecnológico abarca un amplio espectro.

Dentro de éste son de interés especial aquellos juicios que corresponden a casos extremos de firmas en donde las actividades de cambio e innovación tecnológica son líderes en una rama de la producción, y revisten cierto grado de complejidad relativa.

Si se restringiera el estudio solamente a los juicios generales de tipo 'promedio' se pecaría seguramente de extremadamente conservadores porque si bien es cierto que para cierto cambio tecnológico ya dado, los recursos humanos y la universidad parecen haber cumplido la función esperada, esto no es igualmente cierto en todas las esferas de la innovación, ni tampoco, presumiblemente, en el desarrollo futuro del cambio tecnológico.

En este sentido, cuando se confrontan las entrevistas realizadas a los 'empresarios' con las realizadas a ingenieros y científicos en las firmas, surge la duda sobre la percepción adecuada de los primeros sobre aspectos básicos de la participación de los recursos humanos en el cambio tecnológico.

Esto induce a diversificar el análisis en tres aspectos que serán el objeto de los capítulos siguientes: primero, definiendo la complejidad de las funciones de producción en planta, ingeniería de fábrica e investigación y desarrollo en el seno de la firma y distinguiendo dos modelos básicos de actividades: la científica y la de ingeniería. Segundo, distinguiendo niveles diferenciados de demanda de investigación científica, por ejemplo, innovación de producto vs. innovación de procesos. Tercero, replanteando la relación entre innovación y recursos humanos desde otra perspectiva no abordada hasta el momento: la innovación como un sendero tecnológico de la firma.

NOTAS

1/ La Universidad Obrera se funda en 1947. En la década del '50 tomó el nombre de Universidad Tecnológica Nacional.

2/ En el transcurso del presente trabajo se entiende por 'ciencia' o 'ciencias' a matemáticas, física y química.

II. LA FORMACION UNIVERSITARIA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL INGENIERO Y EL CIENTIFICO EN SU TRABAJO ESPECIFICO EN LA FIRMA

El análisis de la formación académica universitaria de los científicos e ingenieros es un problema que reviste una gran complejidad; particularmente cuando dicho análisis se realiza en función del proceso de innovación y cambio tecnológico que tiene lugar en la firma ^{1/}. De hecho, la educación superior abarca diversos aspectos que trascienden la mera evaluación de los conocimientos adquiridos por un individuo en el período durante el cual realiza su carrera universitaria. En efecto, la formación universitaria entendida básicamente como un proceso mental de carácter acumulativo que define un determinado estilo de elaboración intelectual y aplicación del conocimiento, incluye elementos relativos a la educación del individuo, cuya expresión explícita en actividades ocupacionales es solamente una de sus manifestaciones. Por tanto, la discusión que aquí se realiza en torno a la formación universitaria de científicos e ingenieros se refiere únicamente a las funciones explícitas de aquellos vinculados a actividades de producción, ingeniería de fábrica, apoyo técnico a producción e investigación y desarrollo en la firma.

Así, el punto de partida de esta discusión son las opiniones expresadas por los entrevistados en su lugar de trabajo, las cuales se complementan con algunos de los elementos históricos propios de la evolución del sistema de educación universitaria que les sirven de marco de referencia. En este sentido es preciso anotar que las opiniones de las personas entrevistadas, aunque responden a experiencias particulares, son efectivamente el resultado de una confrontación relativamente rigurosa de su carrera profesional y de las exigencias de conocimiento de tipo académico que se les plantean en sus actividades ocupacionales, con las características de la educación recibida por ellos en la universidad. Esta confrontación permite examinar la naturaleza y características de la formación universitaria desde una perspectiva ocupacional específica que asegura un grado mínimo de objetividad en las respuestas.

Cuando se examina la función de los recursos humanos universitarios desde el punto de vista del proceso de producción y de cambio tecnológico en la firma, metodológicamente pareciera conveniente no hacer distinción alguna entre la formación de los ingenieros y la de los científicos. De hecho, la importancia de esta distinción ha sido relativamente subestimada en los trabajos que se ocupan del tema de la ciencia y la tecnología en la región, y en general se asume la presencia de características comunes en la formación de unos y otros, suponiendo de esta manera una intercambiabilidad 'infinita' en su participación en la división del trabajo científico-tecnológico en la firma. No obstante, si bien es cierto que en teoría esta intercambiabilidad puede existir, las observaciones realizadas en el presente estudio indican que a partir de cierto nivel de complejidad tecnológica de la firma es prudente examinar la inserción de esos dos grupos profesionales dentro de ésta, haciendo explícitas las diferencias cualitativas que se detectan en la estructura académica de su formación, las cuales pueden actuar limitando la

intercambiabilidad antes anotada. En otras palabras, se reconoce que la formación de los ingenieros y de los científicos responde a objetivos diferentes asociados a la naturaleza de cada grupo profesional, asumiendo en consecuencia que unos y otros cumplen funciones diferenciadas dentro de la estructura científico-tecnológica de la firma. Pero no obstante, se aprecia en la firma la existencia de funciones cuyos límites de intercambiabilidad entre ingenieros y científicos no están determinados por la naturaleza misma de la profesión, sino por la estructura académica de la formación recibida. Por tanto para una mejor comprensión de los temas que se tratarán más adelante, resulta conveniente señalar las diferencias más generales que se identifican en las estructuras académicas de las carreras de ciencias e ingeniería en Argentina.

Ciencias e Ingeniería. Dos modelos

En la Argentina la formación de ingenieros cuenta con una tradición cuyos orígenes se remontan al siglo pasado 2/. En ciencias exactas esta trayectoria es más reciente por lo menos en lo que se refiere a su institucionalización y separación de las facultades de ingeniería, a las cuales estuvo integrada inicialmente en forma de cátedras. En este país lo mismo que en otros de América Latina, la estructura académica universitaria se construyó principalmente según los lineamientos de la universidad francesa, conocida como universidad napoleónica, y esta influencia se hizo sentir particularmente en la orientación de la enseñanza de la ingeniería, lo cual, en síntesis, significó la adopción de programas de estudio con un alto contenido profesionalista relativamente especializado y supuestamente estructurado para satisfacer las necesidades de la industria y los servicios. En este sentido - como se muestra en el capítulo anterior - la evolución de la enseñanza de la ingeniería en la Argentina muestra una tendencia continua al fortalecimiento de dicha orientación, lo cual se expresa principalmente por la aparición continua de programas de ingeniería especializados a nivel de pregrado; y la ausencia de programas de postgrado y de investigación sistemáticos en las facultades de Ingeniería 3/. Institucionalmente esta tendencia se fortalece aún más con la creación de la Universidad Tecnológica Nacional, a partir de la que inicialmente era la Universidad Obrera.

El panorama académico en el campo de las ciencias es un tanto diferente. En efecto, aunque formalmente las facultades o departamentos de ciencias, ciencias físico-matemáticas, ciencias físico-naturales, etc. existían en la Argentina desde el siglo pasado, en éstas realmente se cursaban carreras de ingeniería, principalmente civil y mecánica 4/, y todavía a principios del presente siglo era realmente insignificante el número de egresados de las universidades con títulos en ciencias. Sólo en 1940 aparecen en forma regular en las estadísticas licenciados en física, química y matemáticas. Sin embargo, el postgrado aparece relativamente temprano y los primeros doctores en química se reciben en 1948 y aunque los primeros doctores en física y matemáticas se reciben doce años después, en 1960, ningún otro país latinoamericano había desarrollado para ese entonces el nivel académico y la capacidad científica alcanzados por la universidad argentina.

Aparentemente la estructura académica y la orientación de las carreras de ciencias exactas reciben una influencia externa diferente de la recibida por

las de ingeniería, y su desarrollo se ve de esta manera inclinado hacia la investigación científica y la formación de investigadores.

En este sentido el desarrollo de las carreras de ciencias en Argentina pareciera tomar por lo menos indirectamente, algunos de los elementos presentes desde el siglo XVIII y particularmente en el siglo XIX en la orientación de la ciencia alemana 5/. En efecto, es conveniente recordar el ya famoso período de evolución académica de la ciencia en Alemania, el cual se inició **aproximadamente en el último cuarto del siglo XVIII**, alcanzó su auge en la segunda mitad del siglo XIX y se prolongó prácticamente hasta la segunda década del presente siglo. Este proceso tuvo lugar principalmente en las universidades, aunque en forma indirecta, a través de los institutos de investigación; como es bien conocido estos institutos no estaban adscritos a las universidades pero estaban integrados por los profesores que ejercían las cátedras en aquellas, quienes realizaban investigación apoyados en auxiliares que en la práctica se asemejaban a estudiantes de postgrado. Estudiantes de muchos países, entre ellos Estados Unidos y Rusia, viajaron a Alemania para hacer investigación al lado de dichos catedráticos y al regreso a sus países trataron de repetir experiencias similares 6/. En este sentido es que se anota la posible influencia alemana en el desarrollo de las ciencias en Argentina, lo que se expresa no solamente en la relativamente temprana creación de postgrados en ciencias a nivel de doctorado, sino en las características académicas de los mismos: su objetivo básico es el de formar investigadores por medio de la práctica intensiva de la investigación.

Por tanto, la introducción generalizada del postgrado a nivel de doctorado en las carreras de ciencias, significa históricamente una diferencia cualitativamente importante en la estructura académica de la formación universitaria en ciencias con respecto a la estructura de la formación profesional en ingeniería. En efecto, los programas de postgrado en ingeniería son de naturaleza diferente, tanto en su contenido como en sus objetivos metodológicos. Esta diferencia hace que el postgrado en ingeniería tienda a ser de carácter informativo más que formativo y por tanto su desarrollo se base en un programa de cursos especializados, y no en programas o proyectos de investigación. Desde luego lo anterior no constituye un juicio evaluativo con respecto al nivel académico de los cursos de postgrado en ingeniería en sí mismos; lo que realmente se quiere significar es que la distinta naturaleza, requisitos y objetivos de uno y otro postgrado, a ese nivel, se traducen en diferencias cualitativas en la formación profesional.

Sin embargo, la presencia de estas diferencias en la formación de los ingenieros y científicos no se manifiesta necesariamente en una asimetría absoluta en sus funciones ocupacionales en la firma. De hecho en todo mercado de trabajo, particularmente en los países en desarrollo, existen distorsiones más o menos pronunciadas que no permiten una distribución lineal de las funciones ocupacionales de acuerdo con los niveles de calificación adquiridos. En verdad en la industria argentina se encuentran con alguna frecuencia egresados de ciencias, particularmente licenciados en química, y en algunos casos doctores en química, dedicados a actividades propias de ingenieros, y viceversa 7/.

Por tanto, lo que se quiere puntualizar es la diferencia existente en la estructura académica de la formación del egresado promedio de ingeniería, con respecto al de ciencias, para más adelante, tratar de establecer la posible incidencia de esta diferencia sobre la participación de unos y otros en el proceso de cambio e innovación tecnológica, y su ubicación funcional en la división del trabajo científico-tecnológico en la firma.

En efecto, las opiniones recogidas durante el desarrollo de las entrevistas realizadas para este trabajo parecieran otorgar, desde el punto de vista más general y tradicional del cambio tecnológico, una ponderación especial a los estudios de postgrado basados en investigación. Todas las personas entrevistadas que habían hecho estudios doctorales o habían tenido experiencias equivalentes, independientemente de su posición ocupacional, se expresaron en forma categórica en relación con la diferencia cualitativa que significa para un ingeniero o un licenciado en ciencias en términos de formación, la etapa de postgrado en donde se desarrolla un trabajo sistemático de investigación 8/.

Comparando el período de estudios conducentes a la licenciatura con respecto al período de realización del doctorado, un doctor en química con una larga trayectoria en docencia e investigación, particularmente en docencia en facultades de ingeniería, y jefe de un departamento especializado dentro de una gerencia de investigación y desarrollo de una firma del sector metalúrgico, expresó:

"(...) el período anterior (licenciatura) fue de información y de formación en la química, por así decirlo, pero el período de tres años posterior en el cual hice la tesis, yo creo que le ayuda a uno, por lo menos en la época que yo lo hice así era y en general yo creo que es, le ayuda a uno a pensar, aprender a pensar, aprender a tratar de ver dónde hay un problema y cómo tratar de atacarlo o resolverlo de una manera ordenada; es decir, desarrollar lo que nosotros llamamos método científico, por medio de la experimentación con base en una hipótesis propuesta, obtener resultados, sacar conclusiones, descartar hipótesis, volver a reformular otras hasta llegar a algún tipo de conclusión válida".

Con respecto a la influencia de los estudios de postgrado en el ejercicio profesional y la incidencia de la ausencia de un nivel doctoral en la estructura académica de la formación de ingenieros en la argentina, la misma persona agrega:

"(...) yo creo que independientemente de que un hombre después vaya a trabajar a la industria o a la actividad pedestre que usted se pueda imaginar como tal, si puede tener la oportunidad de hacer un período de doctorado, no lo llamemos doctorado para alcanzar el título pero sí ese período de postgrado, eso es muy importante, porque ayuda a visualizar las cosas de una manera más amplia y sobre todo, porque esto va acompañado por un proceso de madurez en el ser humano. El no entrar a trabajar directamente y confrontar la realidad del trabajo cotidiano de tipo fabrica industrial, a los 23 años sino a los 26 o 27, porque también hay un proceso de maduración intelectual de otro tipo, si eso se va dando con una adecuada guía, con un adecuado programa de postgrado, esto al

hombre realmente lo forma, para que rinda de una manera mucho más eficaz, profesionalmente hablando. Incluso yo soy un gran partidario del doctorado en ingeniería, no para tener un título más académico sino porque al ingeniero en su formación le faltarían por lo menos dos años más, donde viva el problema general y después cuando entra en una fábrica lo haga con un delta, con un 'plus' de conocimientos no de tipo informativo sino formativo. A mí me parece que al ingeniero le hace falta una formación un tanto más amplia en cuanto a cómo encarar problemas del por qué, del preguntarse qué significa, el dudar, el dudar permanentemente de lo que cree; un ingeniero difícilmente duda; y esto es un problema de formación".

En términos generales la opinión transcripta sintetiza e ilustra la discusión realizada hasta el momento en torno a las diferencias que caracterizan la estructura académica de la formación de científicos e ingenieros en la Argentina. Pero además agrega un elemento adicional a la discusión que aun no se había introducido en la exposición, el cual se refiere al siguiente interrogante: ¿Dadas las funciones que desempeña el ingeniero en la firma promedio en la Argentina se justifica la existencia de estudios de postgrado a nivel de doctorado en la estructura académica de la carrera?. En efecto, esta es una pregunta que difícilmente se puede responder sin temor a introducir juicios de valor que desfiguran la objetividad de la respuesta. Sin embargo, las características del entrevistado aparentemente minimizan este riesgo. Sobre la base de su experiencia docente y de investigación académica e industrial señala los aspectos positivos que él considera que, independientemente de la función científico-tecnológica que le corresponda desempeñar, le reportaría al ingeniero una formación sistemática de postgrado. Posiblemente, extremando un poco los beneficios de una formación de postgrado para el ejercicio profesional, en opinión del entrevistado la funcionalidad del postgrado en la formación no es un problema referido exclusivamente a la complejidad de cierto tipo de ocupaciones: es un problema de naturaleza más amplia que trasciende la realidad objetiva de una ocupación específica, y tiene que ver con los aspectos más generales de la formación del individuo, los cuales inciden fundamentalmente sobre su manera de razonar y su capacidad de trabajo.

Otro de los entrevistados, perteneciente al departamento de investigación y desarrollo de una empresa de productos farmacéuticos indica:

"(...) Pienso que la formación de una persona que ha terminado su tesis es notablemente distinta a la formación de una persona que no la ha hecho. Eso es absolutamente categórico; y además influye en las posibilidades de movimiento de una persona en actividades de la misma rama del conocimiento, en el ejercicio de la profesión (...). Tampoco todas las personas que inician su tesis la terminan, ese es el otro detalle, no sólo por los problemas de diferente índole que tiene que enfrentar quien está haciendo una tesis, sino por algo más lamentable que es que el tema en el cual la persona se embarcó no permite llegar a las conclusiones que se esperaban, entonces esa persona en lugar de obtener un primer éxito obtiene su primer fracaso; de cualquier manera aun en ese caso, interpreto que no tendrá un título de doctor, no tendrá un papel, pero en última instancia lo que él tiene es la experiencia de haber encarado sistemáticamente un problema por sus propios medios".

Esta opinión sobre el mismo aspecto aunque no se extiende explícitamente al campo de la ingeniería, coincide plenamente con la anterior y confirma el significado cualitativo especial de la formación de postgrado basada en investigación. Los conceptos emitidos en dichas opiniones surgen de la elaboración retrospectiva de experiencias profesionales completamente diferentes, que comparten un común denominador académico, cual es la realización de estudios de postgrado a nivel de doctorado. En este sentido es importante anotar la fuerza de las afirmaciones en lo que se refiere al componente de formación del individuo. En ningún momento los entrevistados se refieren a la importancia del postgrado como medio de obtener una mayor cantidad de información y conocimientos especializados; el énfasis efectivamente lo colocan en los beneficios que recibe el individuo reflejados en su estructura de pensamiento; su capacidad de enfrentar problemas científicos y tecnológicos de diferente naturaleza; y en general el desarrollo de la capacidad creativa en el individuo.

Lo anterior, sin entrar en la discusión específica de las características y cualidades de cada una de las carreras de ciencias e ingeniería, es una manera sencilla de expresar las diferencias presentes en la estructura académica de la formación de ingenieros y científicos en la Argentina. Sin embargo, es importante indicar que, desde la perspectiva de esta investigación, la discusión explícita de dichas diferencias no significa jerarquizar académicamente un grupo profesional con respecto a otro. Tampoco significa subestimar la naturaleza del aporte realizado por la ingeniería al proceso de cambio tecnológico. El objetivo explícito de la introducción de esta distinción en la discusión del papel de los recursos humanos universitarios en el proceso de cambio tecnológico en la firma, es el de tratar de enriquecer la visión del problema, especificando al máximo los distintos elementos que permiten profundizar en su análisis y delimitar su marco de referencia.

Ingeniería: dos orientaciones

Hasta aquí, sin embargo, el problema de las diferencias cualitativas en la formación ha sido referido a la comparación entre dos grupos de carreras profesionales, sin introducir precisiones sobre las diferencias intrínsecas importantes observables en cada grupo considerado individualmente. Efectivamente existen diferencias cualitativas en la orientación académica de las carreras de cada grupo, cuya discusión conduce a un segundo nivel de análisis.

Estas diferencias, sin embargo, son más explícitas en el grupo de ingenierías que en el de ciencias, en el cual las diferencias en la orientación académica no son realmente perceptibles. En este último caso las diferencias objetivamente corresponden no exactamente a un problema de orientación sino a la capacidad docente, académica, de investigación y equipamiento de cada institución en particular. Por ejemplo, no tienen la misma capacidad científica en el área de química la Universidad Nacional de la Plata, la Universidad de Buenos Aires y la Universidad Nacional de Tucumán; más aun, en algunos casos las diferencias no se refieren a un área científica como un todo sino a sub-áreas especializadas en las cuales una universidad desarrolla una mayor capacidad que otras. Por esta razón, la discusión a este nivel de

análisis se concentra exclusivamente en las diferencias que se identifican en la orientación académica del grupo de ingeniería.

Tal como se anotó más atrás, en la Argentina la enseñanza de la ingeniería en general está orientada dentro de una perspectiva de carácter profesionalista. Sin embargo, este no es un grupo homogéneo y dentro de esa orientación general existen diferencias en cuanto a énfasis en la naturaleza de la formación académica, y en la realidad se constituyen dos sub-grupos que dentro del enfoque profesional de la ingeniería responden a intereses y objetivos diferentes. En efecto, las diferencias cualitativas existentes entre estos dos grupos son de tal naturaleza que en la práctica profesional, en promedio parecieran en grado no despreciable determinar previamente la posición de sus egresados en la división del trabajo científico-tecnológico en la firma. Con respecto a la estructura académica de las carreras, al no existir programas sistemáticos de postgrado generalizados, las diferencias se ubican al nivel de pregrado (licenciatura) 9/, y se expresan objetivamente durante el ejercicio profesional, en función de las especificaciones de la estructura de la demanda de conocimientos de cada firma considerada individualmente. En este sentido las orientaciones en referencia se relacionan fundamentalmente con la concepción de la ingeniería en su aspecto profesional, si se considera que por regla general las carreras a nivel de licenciatura se estructuran con base en dos componentes: uno científico y otro tecnológico (profesional) de carácter especializado.

En este orden de ideas, se distinguen como se ha dicho, dos orientaciones en la enseñanza de la ingeniería en Argentina que en su expresión más general y estrictamente con fines analíticos, en este trabajo se identifican respectivamente por un lado, con la formación de tipo generalista dentro de la cual se orienta la Universidad de Buenos Aires y en general las universidades nacionales y, por otro, con la enseñanza especializada propia de los objetivos de la Universidad Tecnológica Nacional 10/.

En efecto, el primer grupo de universidades se distingue por propiciar la formación de ingenieros en las ramas tradicionales de la ingeniería 11/ sin perseguir una gran especialización de sus egresados al nivel de licenciatura. En estas universidades la estructura de los programas académicos está diseñada de tal forma que ofrece al aspirante a ingeniero una formación básica tanto en lo que se refiere al componente científico de la carrera como en el tecnológico o profesional. En este sentido, el concepto de formación básica empleado aquí no se refiere estrictamente a la parte inicial de la carrera, sino a la naturaleza no especializada de carácter científico y aplicación común de las asignaturas que componen la estructura global de la carrera. De esta manera, el componente de ciencias básicas se refiere a la formación en matemática, física, y química que dota al ingeniero de las herramientas conceptuales necesarias para estudiar y comprender los problemas teóricos y aplicados propios de la ingeniería; y el componente profesional básico corresponde al conocimiento específico de la profesión propiamente dicha por medio del estudio y comprensión de los fenómenos físicos y químicos de aplicación común en los diferentes campos de una especialidad: Por sus características este tipo de orientación requiere una sólida formación básica en ciencias.

En cambio, la orientación del segundo grupo de universidades responde a un interés más específico por la especialización tecnológica al nivel de licenciatura el cual, entre otras cosas, se manifiesta en la alta correspondencia entre el título de los programas académicos ofrecidos por la institución universitaria y la delimitación explícita del campo de ejercicio profesional; por ejemplo, ingeniería de vías, textil, etc. Dentro de esta orientación la estructura académica de las carreras incluye los mismos componentes de la primera orientación. Sin embargo, en este caso el concepto de formación básica se aplica con una connotación progresiva en el sentido de que la formación básica se refiere a la parte inicial de la estructura de la carrera, y la formación tecnológica a la parte final. O sea, las dos orientaciones comparten el componente científico de la carrera; pero en este segundo grupo el componente profesional es especializado con un carácter cualitativamente diferente y corresponde al conocimiento tecnológico de la profesión por medio del estudio de los modos de aplicación de los fenómenos físicos y químicos propios de una especialidad a la solución y desarrollo de problemas y procesos específicos.

La anterior, sin embargo, es simplemente una manera de conceptualizar las diferencias teóricas existentes en la orientación académica de los distintos tipos de universidades que se ocupan de la formación de ingenieros. Aunque efectivamente los ingenieros entrevistados durante el desarrollo del trabajo de campo para esta investigación evidentemente se pueden clasificar de acuerdo con cada uno de los grupos establecidos, y en general sus opiniones coinciden con su origen universitario, en realidad no se puede afirmar en forma definitiva que en la práctica la orientación académica de cada uno responda en forma efectiva a la descripción 'ideal' que de ellas se ha hecho.

En efecto, en cada caso operan mecanismos y circunstancias especiales que actúan introduciendo desviaciones en uno u otro sentido al modelo 'ideal' que alimenta las orientaciones académicas en referencia. En este sentido son particularmente influyentes los medios y mecanismos que cada universidad adopta individualmente para lograr los objetivos que persigue. Aparentemente, de acuerdo con los entrevistados, los factores que más inciden en este sentido son: a) el planeamiento de los programas académicos; b) la estructura docente y el nivel académico de los profesores y c) la existencia o no de programas académicos de investigación en la universidad; sobre todo, se señaló la necesidad de una estrecha correspondencia entre estos tres elementos. De cualquier forma, el establecimiento y caracterización, con fines analíticos, de las dos orientaciones indicadas permite avanzar de manera más precisa en el análisis de la formación universitaria de ingenieros con relación al cambio e innovación tecnológica en la firma. En efecto, de acuerdo con esta clasificación la funcionalidad de la formación con respecto a las actividades tecnológicas de la firma no se puede considerar homogénea, y este hecho por sí solo agrega un grado de complejidad mayor a la discusión tradicional sobre la correspondencia entre la formación universitaria y la demanda efectiva de recursos humanos por parte de la firma. Sin embargo, este tema será desarrollado más adelante.

Retomando la discusión previa de las orientaciones académicas, a continuación se ilustran algunas de las observaciones ya anotadas mediante la transcripción de algunos de los conceptos emitidos por los entrevistados.

Por ejemplo, refiriéndose a la Universidad de Buenos Aires un ingeniero egresado en 1961 hace, entre otras, la siguiente observación:

"(...) En todos los cambios de dirección que hubo en la facultad de ingeniería, siempre estuvo presente el problema de la no especialización; en todo momento se trató de cubrir, de dar al ingeniero, un poco de cada cosa; justamente con la teoría de que el requerimiento de profesionales que había en el país no permitía un grado de especialización demasiado estrecho. Entonces, un ingeniero civil tenía una materia anual de Máquinas Térmicas y Termodinámica, otra de Electrotecnia, etc. Yo soy ingeniero civil y ese proceso lo seguí con un grupo de gente de mi época; y realmente, desde mi punto de vista no sirvió absolutamente para nada (...). Creo que en todos los cambios, eso fue una constante. Ahora, en algunos momentos, y en particular en los cambios que ocurrieron en 1955, se intentó reformar la parte de ciencias básicas de la carrera. Pero lo que no se pudo superar fue el problema de la utilización posterior de esos conocimientos básicos en matemática y física, en las materias de aplicación; los profesores de los últimos años en las materias de especialización no aprovechaban lo anterior; no elevaron la puntería en cuanto a la utilización de las ciencias básicas".

"Por lo menos, en lo que a mi me correspondió vivir, en 1955 la facultad mejoró en algo; sobre todo en matemáticas en la parte de ciencias básicas. Pero no hubo ninguna continuidad con el resto. Siguió exactamente en la misma línea y creo que nunca se pudo modificar".

Evidentemente lo que esta persona describe es un caso de falta de armonización o la presencia de cierta asimetría entre los objetivos académicos de una formación 'generalista' de ingenieros y los medios y mecanismos requeridos para alcanzarlos. Al respecto, el ingeniero entrevistado identifica la existencia, en la estructura académica de la carrera, de una discontinuidad real entre la formación básica en ciencias y la formación de carácter profesional; y en este sentido implícitamente indica que en su forma real el concepto de 'generalista' adoptado por la facultad estaba referido más a la idea de dotar al ingeniero del conocimiento de una amplia gama de materias especializadas, que al proceso efectivo de aprendizaje científico de los fenómenos y leyes de aplicación común en las diferentes ramas de la especialidad.

Consecuentemente, y a propósito de la discontinuidad que identifica en la estructura académica de la carrera y la formación especializada, la misma persona agrega:

"(...) A mi juicio el problema fundamental estaba en la falta de programas de investigación en la facultad de ingeniería. No había investigadores; el profesor, un poco por la concepción que sigue existiendo y no va a cambiar, de la importancia de la experiencia profesional del docente en cuanto a la formación de ingenieros, provenía de otro ámbito. No digo que eso no sea importante, pero tendría que ser dosificado adecuadamente; tiene que ser el complemento de un núcleo importante de gente de tiempo completo en la facultad. Pero en ingeniería se le daba mucha más importancia al aporte de la experiencia

profesional en la industria, que a la investigación. Eso predominó mucho más y obviamente ese perfil de gente no tenía los conocimientos necesarios y el nivel como para empalmar los escasos conocimientos, pero al menos algunos, de formación básica. Había algo de tipo metodológico, global, que se intentó corregir en más de una oportunidad".

La anterior, sin embargo, no es una situación que surge exclusivamente en el caso de la orientación científica de las carreras de ingeniería. Como se anotó más atrás aparentemente en ningún caso existe una correspondencia perfecta entre la concepción 'ideal' que anima la orientación, y la realidad resultante en el proceso enseñanza-aprendizaje. Así, la orientación tecnológica de la enseñanza de ingeniería, dentro de su enfoque, presenta problemas similares a los de la orientación científica, no especializada. Estos se pueden inferir de las opiniones de un ingeniero químico egresado de la Universidad Tecnológica Nacional, vinculado a la gerencia de investigación y desarrollo de una firma, y a la vez profesor universitario.

"(...) yo me referí adrede a lo que ocurre con los muchachos que ingresan ahora a la empresa. En mi caso, en cambio, yo no había visto transferencia de calor en la universidad; no tenía como materia tecnología del calor. Era un plan de la universidad de hace 15 años. O sea, los planes nuevos dan una formación básica en fenómenos de transferencia, que es la materia fenómenos de transporte; y de ahí en adelante ya se lleva, por ejemplo, a transferencia de calor, transferencia de masa, tratados en distintas materias. Antes, se veía eso un poco asociado al equipo: vamos a estudiar torres, entonces se le daba al estudiante todo lo necesario para que se pudiera interpretar cómo se calculaba una torre. Se que ahora, los planes nuevos para dentro de cuatro años, son como los que tenía yo. Se vuelve hacia atrás, por lo menos en la Universidad Tecnológica. Y ese es el problema grave de los planes de estudio; un plan de estudio tiene una diagramación tan grande que el que lo hace originalmente sabe que eso no se puede cumplir en el tiempo que se da. Y después de eso, el desarrollo del programa queda a criterio de la persona que está al frente de la cátedra. Y así se ve, por ejemplo, profesores que no dan cálculo de equipos a ingenieros que se supone que van a tener que calcular equipos, o yo supongo que en algún momento van a tener que hacerlo; y en vez de eso dan al estudiante, por ejemplo, el problema matemático y físico y ahí paran; todo el problema en abstracto. Se desarrollan una serie de ecuaciones, después se empiriza y con eso se calcula; pero no se dice cómo".

Como se puede observar de la comparación de esta cita con la inmediatamente anterior, la concepción de la formación universitaria de ingenieros implícita en las afirmaciones de esta persona efectivamente corresponde a la concepción tecnológica de la formación. Así, mientras en el primer caso el entrevistado identifica una discontinuidad funcional entre los componentes científicos de la estructura académica de la carrera, en el segundo, la persona identifica una discontinuidad tecnológica referida al estudio de los modos de aplicación de los fenómenos físicos y químicos propios de la especialidad a la situación y desarrollo de problemas y procesos específicos y, al mismo tiempo, considera como una desviación inapropiada la aproximación a la orientación científica que en la realidad el profesor, de acuerdo con su criterio, le asigna a la cátedra.

O sea, ni en uno ni en otro caso la descripción 'ideal' de la orientación académica corresponde estrictamente a lo que sucede en la realidad.

Sin embargo, esta situación real de discrepancia entre los objetivos teóricos y la realidad concreta de la formación, no es casual y responde específicamente a la ausencia de armonía entre las metas educacionales de la universidad, y los medios de que ésta dispone y adopta para alcanzarlos.

Desde la perspectiva del cambio científico-tecnológico en la firma, esta situación puede incidir negativamente, en la medida en que las discrepancias observadas limiten realmente la capacidad individual del profesional para promover y participar activamente en los procesos de innovación tecnológica que tienen lugar en ella. Sobre el particular, otro ingeniero vinculado a la Gerencia de investigación y desarrollo de una firma del sector metalúrgico, se expresó en los siguientes términos:

"(...) Me hubiera gustado hacer mis estudios en otra universidad. En realidad yo inicié mis estudios en la Universidad Nacional de la Plata; allí estuve un año y llegué a la conclusión de que no podía seguir estudiando si no encontraba un medio económico que me permitiera hacerlo, y por esa razón pedí traslado de la Universidad de la Plata a la Universidad Tecnológica. Esta afirmación la hago porque al principio tuve solamente una impresión basada en la experiencia de otras personas, en cuanto a la diferencia de niveles entre ambas universidades. Esto es algo que sabía por otras personas y que luego comprobé por experiencia propia; y hoy siendo profesional estoy en condiciones de decir que hay una diferencia de nivel importante. Esto es cierto a pesar de que hay gente que egresó de la Universidad de Buenos Aires y tiene menos nivel que algunos egresados de la Tecnológica, pero son excepciones. Las razones de la diferencia son dos: el mayor nivel de los profesores y el mayor nivel de dedicación del estudiante, en cuanto a horas de trabajo académico individual y horas de clase en la universidad. El estudiante de la Universidad Nacional dedica todos esos años al estudio, el que va a la Tecnológica no; porque trabaja y esto implica más tiempo que el dedicado efectivamente al trabajo. Por otra parte, la Universidad Tecnológica no tiene el planeamiento necesario como para suplir estas deficiencias de dedicación (...). Esto se refleja en el desarrollo profesional posterior en la industria y entonces hay que hacer un gran esfuerzo para reubicarse. Salvo para tareas que no son de índole investigativa como podrían ser conducción de personal, trabajos de producción que requieren mucha dosis de rutina y de empirismo: allí no hay diferencia; pero en un trabajo de investigación y desarrollo sí las hay".

De acuerdo con este entrevistado efectivamente la discrepancia ya anotada entre objetivos académicos y medios y mecanismos, afecta sensiblemente la formación del ingeniero y eventualmente su nivel de desempeño profesional en la firma. Pero el aspecto que interesa subrayar aquí es la observación que hace el entrevistado en torno a los objetivos de la universidad y su funcionamiento. En efecto, los cursos que ofrece la Universidad Tecnológica Nacional son nocturnos y su objetivo fundamental es ofrecer posibilidades de acceso a la educación superior a personas vinculadas efectivamente a la fuerza de trabajo.

Sin embargo, el hecho que motiva el comentario de la persona entrevistada no es el carácter nocturno de los estudios sino la necesidad de que la universidad adopte una estructura académica y métodos de enseñanza adecuados a sus características, y utilice docentes entrenados especialmente de tal manera de poder optimizar el rendimiento académico de los estudiantes; estas condiciones aparentemente no se registran en la Universidad Tecnológica Nacional.

Por otra parte, el mismo ingeniero indicó que las diferencias de nivel académico no se centran en aspectos determinados de la carrera, sino que se extienden a lo largo de ella, indicando que las deficiencias se hacen particularmente notorias en el proceso de 'reajuste académico' durante el ejercicio profesional.

"(...) En mi caso particular, el proceso de reajuste tuve que realizarlo tanto en las materias básicas como en las de aplicación; pero me inclinaría a pensar que en las materias básicas es más grave. No es que en las básicas haya más diferencia, sino que es más grave el hecho de que exista una diferencia lo cual hace más difícil la adaptación o compensación".

Desde luego este es el criterio de un ingeniero vinculado al departamento de investigación y desarrollo de una firma del sector metalúrgico en la cual el proceso de producción es tecnológicamente sofisticado, lo que, a su vez, demanda al personal profesional a su servicio un nivel de conocimiento académico relativamente alto. De todas maneras esta afirmación apunta en el sentido anotado en otra parte de este trabajo, en donde se sugiere que las diferencias de orientación académica en la formación de ingenieros contribuyen a determinar la posición de los egresados universitarios en la división del trabajo científico-tecnológico en la firma.

Así, las diferencias cualitativas en la formación de ingenieros en la Argentina no solamente están asociadas a la orientación académica de las universidades, sino también, igual que en el caso de ciencias, a su trayectoria académica concreta, la disponibilidad de recursos docentes, bibliográficos y de laboratorio de cada una de ellas; y a la forma en que éstas combinan y distribuyen sus recursos en función de sus objetivos educacionales. En este sentido se confirma la heterogeneidad académica presente en la oferta de recursos humanos ingenieriles, la cual está determinada explícitamente por la orientación académica de las universidades, e implícitamente por la disponibilidad de recursos de cada institución.

En resumen, el análisis de la naturaleza y características de la formación universitaria desde el punto de vista de los recursos humanos vinculados directamente a actividades de producción e investigación y desarrollo en la firma permite: a) hacer una primera distinción general referida a las diferencias existentes en la estructura académica de la formación de ingenieros y científicos, y b) precisar en forma independiente las modalidades que distinguen la orientación académica de la formación de ingenieros en la Argentina.

La primera distinción muestra una diferencia de naturaleza cualitativa en la formación universitaria de ingenieros y científicos que se origina en las oportunidades que tienen los licenciados de acceder a estudios de postgrado a nivel de doctorado. En efecto, esta diferencia no se refiere a los conocimientos adquiridos por unos y otros durante los estudios de licenciatura, sino al componente adicional de formación académica que obtienen los egresados en ciencias que hacen un doctorado vinculado a la realización de una investigación sistemática sobre un problema específico.

Por otra parte, se identifica la existencia de dos modalidades u orientaciones en la formación académica de ingenieros, lo cual supone una diferenciación real de los ingenieros egresados de las distintas universidades. En la firma esta diferenciación se refleja en las funciones científico-tecnológicas asignadas a ellos, y en la forma en que éstos utilizan y adecúan los conocimientos adquiridos en la universidad en el proceso de ajuste requerido para el desempeño de esas funciones.

Adicionalmente el análisis realizado permite distinguir cuatro componentes en la estructura académica de las carreras de ciencias e ingeniería consideradas en conjunto. Estos, como se verá en el capítulo siguiente, se asocian en gran medida a las exigencias de conocimiento académico de la estructura tecnológica de la firma, y a las funciones desempeñadas por los profesionales incorporados a ella. A nivel de licenciatura se distinguen tres de dichos componentes: uno científico, uno tecnológico básico (profesional), y otro tecnológico especializado. El primero se refiere al estudio de las herramientas analíticas que dotan al ingeniero y al científico de la capacidad para comprender los problemas teóricos y aplicados de las ciencias e ingeniería, y el segundo y tercero, al estudio y aplicación de los fenómenos químicos y físicos de una especialidad de la ciencia o la ingeniería. A nivel de postgrado, uno, de formación general, cuyo objetivo es dotar al individuo de la capacidad y la metodología necesarias para la aplicación del conocimiento científico a la creación de más conocimiento, y la formulación y estudio de problemas específicos.

NOTAS

1/ Los conceptos de innovación y cambio tecnológico en la firma aquí utilizados son los mismos que ha desarrollado J. Katz. De este autor veáse: Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente, Fondo de cultura económica, México, 1976.

2/ En el capítulo I se presenta una visión rápida de los principales rasgos de la evolución de la formación de ingenieros y científicos en la Argentina. Por esta razón no se considera necesario extenderse más en este aspecto.

3/ En el contexto de este trabajo 'programas de postgrado' se refiere a aquellos que por su naturaleza y características son comparables a los que se realizan en las facultades de ciencias, conducentes al doctorado.

4/ Ver: Amadeo, J. La Universidad condicionada - la Universidad de Buenos Aires y su lugar en el Proyecto Político del Siglo XIX, Centro de Investigaciones Educativas, N° 18 p. 43. Buenos Aires, 1979.

5/ Es conveniente indicar que la influencia que aquí se anota no se refiere a la adopción directa del modelo alemán de formación en ciencias. Lo que efectivamente se quiere expresar es que posiblemente debido a la gran influencia que dicho modelo tuvo en el desarrollo de la formación universitaria en ciencias en otros países de Europa y en Estados Unidos, por lo menos indirectamente, la estructura académica de la formación en ciencias en Argentina tomó algunos de los rasgos que caracterizaban el modelo a que se ha hecho referencia.

6/ Ver: Barnal, J., Historia social de la ciencia, tomo I, La ciencia en la historia, Ediciones Península, Barcelona, 1967.

7/ Durante el desarrollo del trabajo de campo para esta investigación se destacaron los casos de un doctor en físico-química que desempeñaba las funciones de jefe de planta de una empresa productora de lubricantes, y el de otro doctor en físico-química con más de diez años de experiencia docente y de investigación en una importante universidad argentina, y experiencia de investigación postdoctoral en una Universidad de Estados Unidos, dedicado 'exitosamente' a la venta de productos químicos.

8/ Es importante anotar que a pesar de que las opiniones que se transcriben en el texto con relación a este punto provienen de profesionales de las ciencias y no de ingenieros, éstas coinciden con las opiniones expresadas por estos últimos; se transcriben las opiniones de los primeros porque presentaban un mayor grado de elaboración y se facilitaba su inserción en el trabajo.

9/ Para simplificar la discusión, en este trabajo se supone que académicamente el título de ingeniero y el de licenciado corresponden al mismo nivel. O sea que en adelante no se hace diferencia entre uno y otro y en toda referencia a un título académico anterior al postgrado se utilizará el de licenciado.

10/ Desde luego una comparación rigurosa de las diferencias existentes entre la Universidad de Buenos Aires y la Universidad Tecnológica Nacional, exigiría la inclusión en el análisis de una serie de variables adicionales como son el origen y evolución misma de cada universidad, el origen social de los estudiantes, la estructura académica, la estructura docente y el nivel académico de los profesores, etc. Sin embargo, este tipo de análisis desborda los objetivos de esta investigación. Por el momento sólo interesa hacer explícitas las diferencias atinentes a la orientación académica y su incidencia sobre la división del trabajo científico-tecnológico en la firma.

11/ Ingeniería civil, mecánica, eléctrica y química.

III. FUNCIONALIDAD DE LA FORMACION UNIVERSITARIA EN CIENCIAS E INGENIERIA CON RELACION A LA FIRMA

Como se dijo en la introducción, la funcionalidad de la formación universitaria en ciencias e ingeniería con relación a los requerimientos del sector industrial, ha sido tradicionalmente discutida de manera genérica y abstracta. En otras palabras, se ha asumido una correspondencia directa absoluta entre profesiones y ocupaciones, todo bajo el supuesto de la existencia de una demanda homogénea de conocimiento por parte de la firma. Esta homogeneidad, sin embargo, no existe en la realidad .

La heterogeneidad de la demanda de conocimientos no solamente resulta de la heterogeneidad del sector industrial en sí mismo, sino de la heterogeneidad del conjunto de funciones científico-tecnológicas 1/ que pueden existir dentro de la estructura ocupacional de una firma. Por tanto, antes de entrar a examinar la funcionalidad de la formación es conveniente tener en cuenta el complejo de factores internos y externos a la firma que condicionan la estructura y composición de la demanda de conocimientos de cada una de ellas. Por su naturaleza e incidencia directa sobre la determinación de las funciones científico-tecnológicas dentro de la estructura ocupacional de la firma, estos factores se pueden clasificar en tecnológicos, económicos e institucionales.

Factores tecnológicos. Se refieren en su forma más general, a las características técnicas inherentes a la producción en las diferentes ramas industriales. En efecto, cada rama de la producción responde a parámetros tecnológicos diferentes, asociados a requerimientos de recursos humanos igualmente diferentes. Además, a nivel de cada rama industrial, cada firma alcanza una complejidad tecnológica definida principalmente por las características tecnológicas del producto o conjunto de ellos que ésta produce. En otras palabras, si un producto se define como un conjunto de especificaciones técnicas 2/, las distintas etapas del proceso de producción deberán ajustarse para alcanzar ese conjunto de especificaciones.

En este sentido, es preciso distinguir las industrias de proceso de las de producto. Las primeras se basan en la transformación físico-química de materias primas en la producción, mientras que en las segundas las materias primas sufren fundamentalmente transformaciones de carácter físico y mecánico; las industrias petroquímicas y metalmeccánica son ejemplos de una y otra respectivamente. Otro factor tecnológico es el tamaño relativo de la firma. Los economistas utilizan diferentes criterios para definir el tamaño de una firma. Sin embargo, para efectos de este trabajo, y dados los determinantes tecnológicos de la firma anotados en los dos últimos párrafos, no interesa discutir el criterio más apropiado a utilizar, sino simplemente hacer notar que las diferencias en el tamaño de la planta de firmas productoras de un mismo bien, suponen estructuras ocupacionales distintas y funciones científico-tecnológicas variables. Es decir, la complejidad tecnológica de una firma no responde exclusivamente al grado de complejidad determinado por el producto o conjunto de productos que ésta ofrece al mercado, sino también al volumen de producción resultante del tamaño y la capacidad de la planta; por ejemplo, el control de la producción que es posible realizar manualmente

en una planta pequeña, puede exigir complejas técnicas de computación en plantas de gran tamaño, y este hecho demanda la definición de un espectro más amplio de funciones científicas y tecnológicas en la firma.

Factores económicos. Pueden ser endógenos o exógenos. Los de tipo endógeno se reflejan básicamente en las funciones de costos de producción de la firma, las cuales desde luego se hallan afectadas por los precios relativos de la fuerza de trabajo incorporada al proceso de producción, y a las funciones científico-tecnológicas de apoyo a la producción, tales como departamentos de control de calidad, investigación y desarrollo, etc. Los factores económicos exógenos, sin embargo, son los que en última instancia condicionan la dinámica tecnológica de la firma, en particular los que se refieren a las características y estructura del mercado de productos. En otras palabras, la naturaleza del producto y el grado de competencia que éste enfrenta en el mercado, condicionan relativamente la aparición de nuevos productos o sustitutos y la introducción de modificaciones y mejoras en los existentes. Este proceso que en general se denomina desarrollo de productos, tiene un contenido relativamente alto de trabajo calificado, y de las especificaciones propias del producto se extiende hacia atrás al proceso y a las materias primas utilizadas en su elaboración. En términos empresariales esta actividad se denomina investigación y desarrollo y, como se verá más adelante, sólo se ha extendido de manera parcial en la industria argentina 3/.

Factores institucionales. Son exógenos a la firma y se refieren a aquellos que directa o indirectamente afectan el marco de referencia global dentro del cual ésta realiza su gestión. Dentro de esta categoría son de incidencia directa las medidas de política originadas en el aparato estatal que regulan las esferas económica, tecnológica y laboral; y de incidencia indirecta, las decisiones y normas estatales que se relacionan con la formación de recursos humanos y regulan su disponibilidad y niveles de calificación. Sin embargo, no es el objetivo de este trabajo entrar a evaluar la bondad de una u otra política y sus efectos sobre la utilización de recursos humanos por parte de la firma. En realidad, todo lo que se puede afirmar es que el Estado como tal, debe mantener la máxima coherencia teórica entre las diferentes políticas que afectan el desenvolvimiento de la firma; de este punto en adelante, dados los alcances de este trabajo, no es posible agregar nada, ya que el desarrollo de la investigación muestra que cada firma en sí constituye un universo relativamente independiente y las medidas de política no las afectan a todas por igual.

Así, con base en el análisis explícito de la interacción de estos tres factores o su simple percepción, cada firma determina en forma individual una modalidad de inserción en el sistema productivo, y combina los medios de producción a sus disposición para alcanzar sus objetivos y metas de producción. En este sentido, la firma, implícita o explícitamente, define una estrategia tecnológica 4/ por medio de la cual, determina los requerimientos educacionales de las funciones científico-tecnológicas de su estructura ocupacional.

Estas funciones, como se mencionó al comienzo de esta sección, tradicionalmente se discuten en forma abstracta. De manera más precisa, cuando se trata de discutir los requerimientos ocupacionales del sector industrial,

generalmente se acude a la utilización de categorías ocupacionales de tipo global, que sólo expresan parcialmente la funcionalidad de los distintos niveles absolutos de calificación de la fuerza de trabajo con respecto a la estructura de la demanda de conocimiento de las firmas. En este sentido, se emplean conceptos genéricos como los de 'ingenieros', 'técnicos de nivel medio', 'operarios', etc.; e inclusive se emplean los términos específicos que identifican cada una de las ramas de la ingeniería, las profesiones de nivel medio, y las distintas clases de operarios; pero en términos de análisis estas categorías no permiten ir más allá de lo que expresan en unidades de fuerza de trabajo. Por consiguiente dejan de lado toda la complejidad que asume el ejercicio de una profesión en contextos diferentes, y específicamente no tienen en cuenta los problemas implícitos asociados a la aplicación de conceptos y conocimientos, específicos y generales, que requiere el desempeño de una función de carácter científico o tecnológico.

En el nivel profesional universitario, la limitación de los conceptos utilizados se deduce de un detenido análisis de las entrevistas realizadas en el desarrollo de esta investigación.

En efecto, se observa que la funcionalidad de las distintas profesiones de la ingeniería y las ciencias con relación al proceso de cambio e innovación tecnológica en la firma no es global, y se registra parcialmente en ésta a diferentes niveles de complejidad científica y tecnológica. Es decir, contrariamente, a lo que generalmente se tiende a pensar, la funcionalidad de las distintas especialidades de las ciencias y la ingeniería dentro de la estructura ocupacional de la firma no se establece en la práctica solamente con respecto a la especialidad como un todo sino, y en muchos casos exclusivamente, con respecto a los componentes de su estructura académica. Lo que esto objetivamente significa es que si bien es cierto que el desempeño de una función científico-tecnológica en la firma supone el dominio de un conjunto de conocimientos específicos propios de una profesión, aparentemente no es el conjunto de conocimientos como un todo lo que en última instancia determina que una persona esté más o menos habilitada para desempeñar esa actividad, sino la estructura académica de sus conocimientos (científicos o tecnológicos) y el nivel de formación alcanzado por ella (pregrado, postgrado-investigación).

De esta manera, la funcionalidad real de la formación universitaria en ciencias e ingeniería para las actividades industriales, se puede calificar de parcial y progresiva en la medida en que se asocia a uno o varios de los componentes de la estructura académica de las profesiones señalados en el capítulo anterior; es decir, a) formación básica en ciencias, b) formación básica tecnológica (profesional), c) formación tecnológica (profesional) especializada, d) formación de postgrado. Para simplificar su análisis estos cuatro componentes se pueden reducir a tres, llamando a los dos primeros formación básica y al tercero formación tecnológica.

Así, dentro del contexto de las empresas entrevistadas, la funcionalidad de la formación universitaria en ciencias e ingeniería se enmarca fundamentalmente dentro de dos límites, que son: el grado de complejidad científico-tecnológico de la función desempeñada por el profesional en la firma; y las características tecnológicas generales propias de la firma.

El primero se refiere a los requerimientos educacionales de la estructura ocupacional de la firma. Sin embargo, en este caso no es conveniente referirse en forma absoluta a un límite, ya que en la práctica la funcionalidad de la formación puede establecerse en dos sentidos: a) cuando se origina en las exigencias educacionales de una función científico-tecnológica determinada y b) cuando la funcionalidad es definida por el nivel académico del individuo que desempeña la función. Es decir, una función científico-tecnológica puede ser relativamente rutinaria por sus características y exigir un limitado uso de conocimientos académicos, pero en algunos casos la formación y los conocimientos de la persona que realiza la función pueden modificar sustancialmente sus características, alterando de esta manera la funcionalidad formal inicial. Este último caso se ilustra mediante la experiencia ocupacional del jefe de laboratorio de una firma productora de aluminio, poseedor de una trayectoria académica de 8 años en docencia e investigación. Interrogado sobre el grado de utilización de sus conocimientos académicos en la función científico-tecnológica que desempeñaba, respondió:

"Yo busco aplicarlos, lo que pasa es que es muy difícil que otra persona que no conozca a fondo el tema específico pueda sugerirme hacer tal o cual cosa, entonces un poco para mi salud mental yo trato de aplicarlos al máximo".

"Probablemente acá podría estar sentada una persona que no supiera nada de Rayos X, un licenciado en química y desarrollar correctamente la actividad. Desde el principio traté de ver si las herramientas un tanto sofisticadas de Rayos X se podían aplicar en el tipo de análisis propio de esta industria. El programa de trabajo que me impuse fue entonces, ver cómo, con esos equipos que ya habían sido comprados, con este fin y con otros, se podían ir reemplazando metodologías de análisis químico un tanto antiguas y poco precisas. No hemos terminado todavía la tarea, pero tenemos una serie de métodos puestos a punto para controlar parte del proceso productivo, que son muy originales en América Latina. Porque implican el uso de equipos relativamente sofisticados que generalmente están en universidades. En este sentido hemos tratado de ir más allá de los análisis químicos por el método convencional".

Tal como se puede inferir de la referencia anterior, los requerimientos educacionales formales de la ocupación desempeñada por este profesional son inferiores a los que él realmente posee. En efecto la respuesta del entrevistado indica de manera objetiva que formalmente la función que él realiza en la firma podría ser llevada a cabo por un licenciado en química. Sin embargo, su propio nivel es el de doctor, además de tener una larga trayectoria académica en docencia e investigación. En este sentido es conveniente resaltar que por regla general la funcionalidad de la formación universitaria en la firma no es un hecho que surge totalmente de la evaluación *ex-post* del desempeño de un profesional en una función ocupacional; sino que al contrario, ésta se encuentra altamente predeterminada por la dinámica y alcances de la estrategia tecnológica de la firma, y en particular por las prácticas y criterios de contratación y desarrollo profesional de la misma 5/.

El segundo límite remite la discusión a la distinción que se hizo más arriba entre industrias de proceso y de producto. En efecto, como ya se indicó, la estructura tecnológica de estos dos grupos de industrias supone estructuras de demanda de conocimiento cualitativamente diferentes; y por tanto el rango de funcionalidad de la formación universitaria con relación al espectro de funciones científico-tecnológicas propio de cada uno de ellas, es

igualmente diferente. Esta asimetría se vuelve más notoria a medida que se torna más compleja la estructura organizativa de la firma; y el análisis se desplaza del examen de los aspectos de producción a actividades vinculadas a investigación y desarrollo. La importancia de este desplazamiento en la estructura orgánica de la firma se debe al hecho de que precisamente las funciones más directamente asociadas a problemas de cambio e innovación tecnológica son las que se concentran en los departamentos o gerencias de investigación y desarrollo. Desde luego no toda innovación tecnológica tiene origen en los departamentos de investigación y desarrollo, ni en todas las firmas aparece en su estructura organizativa una gerencia de tal naturaleza; sin embargo, en casi todas se realizan actividades más o menos importantes de ingeniería de fábrica y de apoyo técnico a producción que de una u otra manera canalizan las tareas de nivel tecnológico relativo más complejo que realiza la firma. No obstante, desde el punto de vista de los objetivos de esta investigación la existencia o no en la firma de actividades organizadas específicamente con fines de cambio e innovación tecnológica, es uno de los indicadores de su grado de complejidad tecnológica.

En efecto, en este trabajo la complejidad tecnológica de la firma se considera exclusivamente con respecto a: i) la complejidad tecnológica implícita en el proceso de producción y/o producto o productos que elabora; y ii) el grado explícito de complejidad de las actividades que la firma realiza con objetivos específicos de cambio tecnológico. En estos términos, la complejidad tecnológica de la firma se refleja en la estructura y funcionalidad de su demanda de conocimiento científico-tecnológico, lo cual constituye el punto central de la discusión que se realiza en este capítulo. Por tanto, variables tan relevantes en el análisis económico de la firma como rama de la producción, valor agregado, empleo, exportaciones, productividad, etc., no se tienen en cuenta en este caso como indicadores del grado de complejidad.

Por esta razón, el análisis específico de la funcionalidad de la formación con respecto a los procesos de cambio e innovación tecnológica en la firma, que se desarrolla a continuación, se elabora sobre la base de tres grupos de firmas que surgen claramente de la revisión de las entrevistas realizadas, y se organizan de acuerdo con su grado de complejidad tecnológica, empezando por el grupo más sencillo para terminar con el más complejo. Así, por tratarse del análisis de un problema de cambio tecnológico global, éste no se refiere a los componentes individuales de la estructura orgánica de la firma sino a la complejidad tecnológica de la unidad de producción como un todo. Asimismo, aunque los tres grupos de firmas que se utilizan en la discusión de ninguna manera incluyen todos los niveles de complejidad tecnológica que pueden existir en la industria argentina, en síntesis permiten realizar: a) una aproximación al estudio global de la funcionalidad de la formación universitaria en ciencias e ingeniería con respecto a firmas de nivel tecnológico diferenciado; b) una confrontación de la funcionalidad de la estructura de la formación académica formal de los ingenieros y científicos con respecto a niveles crecientes de complejidad científica y tecnológica; y c) un examen de las características de la participación de los ingenieros y científicos en la división del trabajo científico-tecnológico en la firma, a medida que se avanza de un nivel de complejidad tecnológica a otro más elevado. Los tres grupos se denominan de producto, de proceso A, y de Proceso B, respectivamente.

Estructura tecnológica de la firma y funcionalidad
de la formación universitaria

Firmas de producto. Las mismas se caracterizan por sacar al mercado uno o varios productos cuya fabricación se realiza sin mediar una transformación sustancial en la naturaleza intrínseca de las materias primas utilizadas en las distintas etapas de producción. En algunos casos los componentes de un producto final se procesan en la misma planta y en otros se subcontrata parte de su producción; el caso extremo representativo de este tipo de firmas es el de aquellas que subcontratan toda la producción de partes y piezas de un producto final y ellas se encargan únicamente del proceso de ensamblaje, embalaje, etc. Este último caso, sin embargo, es de práctica más frecuente en países altamente industrializados.

Las principales funciones científico-tecnológicas de las firmas de producto donde se realizaron entrevistas se refieren principalmente a la operación y supervisión de tecnologías de productos, copia y adaptación de productos, desarrollo elemental de productos, control de calidad de rutina, mantenimiento, y en algunos casos adaptación, mejoramiento y diseño de plantas. Estas actividades en general se traducen en un flujo de conocimientos tecnológicos incrementales localmente generados, que actúan complementando diseños tecnológicos originalmente importados 6/; son llevados a cabo o supervisados por profesionales de las distintas ramas de la ingeniería cuyas funciones específicas no siempre coinciden con su especialidad académica; y en general su desempeño requiere solo parcialmente la utilización de conocimientos científico-tecnológicos sofisticados.

En las industrias típicamente de productos las actividades de la firma que tradicionalmente se conocen con el nombre de investigación y desarrollo, en caso de existir como tales, generalmente se limitan a la parte de desarrollo 7/.

Esta circunstancia sin embargo, no es de extrañar dada la naturaleza de las principales actividades tecnológicas de este tipo de firmas, y el hecho de que no demanden la transformación físico-química de materias primas en el proceso de producción. Principalmente debido a estas dos razones, una económica y otra tecnológica, las firmas de productos como unidades de producción individuales concentran sus funciones tecnológicas organizadas con fines de cambio tecnológico en la parte de desarrollo de los departamentos o gerencias de investigación y desarrollo. Desde luego esta afirmación no es generalizable a todas las firmas de producto. Aunque no fue posible incorporarla en la muestra de firmas cubiertas por esta investigación, la rama de la electrónica ofrece en los países industrialmente avanzados un ejemplo de firmas en donde la parte de investigación 8/ propiamente dicha de los departamentos de investigación y desarrollo en referencia juega un papel decisivo en las actividades tecnológicas de la firma 9/.

Independientemente de lo que se pueda decir con respecto a los requerimientos objetivos de investigación tecnológica de las firmas de producto

cubiertas por esta investigación, éstas muestran una limitada diversidad de funciones científico-tecnológicas, lo cual parece incidir en el grado de utilización que estas firmas hacen de la formación académica universitaria de sus profesionales. Esta incidencia, por lo menos indirectamente, se refleja en la combinación de ramas del conocimiento científico e ingenieril que ellas utilizan, y la funcionalidad que los profesionales vinculados a ellas asignan a los diferentes componentes de la estructura académica de su formación con respecto a las actividades que desempeñan. En efecto, estas firmas en general emplean únicamente ingenieros, y aunque la percepción de éstos sobre la funcionalidad de su formación universitaria no es homogénea, en ningún caso alcanza el límite máximo a que se puede llegar a lo largo de la estructura académica formal de las carreras universitarias. En este sentido, es frecuente encontrar entre los ingenieros vinculados a este tipo de firma opiniones sobre los estudios de ingeniería, en donde el mayor peso relativo de la estructura académica de la carrera se lo asignan al componente tecnológico especializado de la misma, señalando de esta manera una funcionalidad específica de carácter tecnológico a la formación universitaria. Un ejemplo que resume la opinión de muchos ingenieros entrevistados, y que además es lugar común en el pensamiento tradicional sobre la formación de ingenieros 10/es el siguiente:

"(...), en la universidad hay ciertas materias en las que no hay problema en que el profesor que las está dictando no tenga experiencia en el aspecto de la práctica profesional en determinado lugar. Esas materias, en el caso de ingeniería serán las materias básicas como análisis matemático, álgebra, geometría descriptiva, etc. Pero hay materias en que considero que es fundamental que el profesor haya tenido un período prolongado de trabajo directo en producción porque allí se va adquiriendo la experiencia. O sea, en la universidad hay profesores que nunca han trabajado fuera de ella y que siempre se han dedicado a la carrera docente, empezaron como ayudantes, siguieron como jefes de trabajos prácticos y llegaron a profesores titulares, y pueden haber hecho investigación o no. Pero quiero decir lo siguiente: creo que en materias como electrotécnica, máquinas eléctricas, todos los problemas de organización industrial, si el profesor no tuvo experiencia práctica no va a poder transmitir lo que tendría que transmitir al estudiante. Tengo ejemplos a través de la universidad, de profesores que en la parte de máquinas eléctricas, sabían mucho sobre la teoría, resolvían muy bien los problemas de alto nivel, pero daban la impresión que nunca habían visto un motor en su vida".

Esta es una opinión que tipifica la concepción tecnológica de la funcionalidad de la formación universitaria de ingenieros: la experiencia práctica del profesor se pone como una condición indispensable para el buen desarrollo de una cátedra de tipo tecnológico. Sin embargo, no se tiene en cuenta el hecho de que las experiencias industriales no son homogéneas y por tanto, el nivel de utilización de conocimientos académicos en la solución de problemas prácticos varía de acuerdo con las características tecnológicas de la firma o firmas donde un ingeniero ejerce su profesión. Cuando el desarrollo de la cátedra se basa en este criterio es muy posible que lo que el profesor esté transmitiendo realmente a los estudiantes, es el grado de simplificación a que han llegado sus conocimientos en la materia, en función directa de su experiencia profesional; y de hecho constituye una limitación en la formación que se da al ingeniero y que puede incidir en su desarrollo profesional posterior.

Asimismo, se registra otro grupo de opiniones sobre la funcionalidad de la formación universitaria en ingeniería, que se aparta cualitativamente de la anterior. Se trata de aquellos que reconocen en la formación básica en ciencias el componente funcional de la estructura académica de la carrera que permite al ingeniero desempeñar eficientemente sus funciones científico-tecnológicas en la firma. Esta forma de encarar la funcionalidad de la formación, se recoge en la opinión de otro ingeniero vinculado directamente a actividades de producción en planta en una firma de productos textiles. Refiriéndose a los objetivos y metodología general de desarrollo de los cursos de la carrera, dice:

"(...) Todas las materias estaban organizadas igual, al menos cuando yo cursé mis estudios. Las clases teóricas eran complementadas con trabajos prácticos, y el examen lógicamente abarcaba tanto los aspectos prácticos como los teóricos (...). Los trabajos prácticos se pueden dividir en dos grandes partes: los primeros son los que abarcan los tres primeros años; y los del otro tipo, abarcan los últimos tres años. Yo diría que los trabajos prácticos de los primeros tres años tienden a crearle al ingeniero un criterio y una manera lógica de pensar, una formación acorde con lo que va a tener que aplicar. Tratan de dar una forma de razonamiento y dentro de esa metodología, un orden o una secuencia lógica de razonamiento. Son fundamentales para el buen aprendizaje de toda ciencia exacta como física y matemáticas. Porque hay que pensar que toda materia técnica va a requerir a posteriori una aplicación y para hacer esa aplicación, se van a tener que aplicar los conocimientos recibidos a casos particulares o generales, pero eso va a requerir una secuencia lógica y un criterio para la aplicación. Entonces en esos tres primeros años, se trata de formar ese criterio. Para eso, se recurre a todo tipo de materias generales, en cada carrera".

"(...) En los segundos tres años, ya con ese tipo de razonamiento adquirido, se va a los trabajos prácticos con aplicación en la parte específica de la carrera que se haya elegido. Por ejemplo, en los primeros tres años uno puede tener tres cursos de física, tres de análisis matemático, que le van creando al estudiante ese criterio lógico, y en los últimos tres años hay trabajos prácticos, por ejemplo, en estadística técnica, organización industrial, investigación operativa, que le permiten aplicar no solamente los conocimientos adquiridos, sino también esa secuencia lógica o ese criterio, a esos problemas, y capacitarlo ya para lo que va a desempeñar específicamente en la profesión".

En forma opuesta a lo expresado en la referencia inmediatamente anterior, esta opinión, emitida por un ingeniero de planta, cuyas funciones están estrechamente vinculadas a la solución de problemas cotidianos de orden técnico, rescata en forma bastante elaborada la funcionalidad de la formación básica en ingeniería, identificando ésta fundamentalmente como un proceso de desarrollo básico del pensamiento que facilita al individuo: a) su inserción en las distintas posibilidades tecnológicas que ofrece la estructura ocupacional de la firma; y b) su movilidad profesional en diferentes ramas industriales.

Aunque la discusión realizada hasta aquí se refiere únicamente a las firmas de producto, y el hecho de que éstas utilicen principalmente ingenieros en sus distintas actividades científico-tecnológicas, permite profundizar un poco más sobre la funcionalidad de la formación en ingeniería en este tipo de firmas.

La pregunta resultante de la confrontación de las dos referencias citadas, que de hecho representan dos orientaciones académicas de la ingeniería en Argentina es: ¿cuál es el significado de una u otra orientación académica en función del cambio y la innovación tecnológica en la firma? Desde luego este es un interrogante cuya respuesta final no se puede encontrar en este trabajo. Sin embargo, de manera preliminar y sobre la base de los elementos de análisis arrojados por las entrevistas, es posible adelantar algunas implicaciones.

En efecto, la funcionalidad de cada una de las orientaciones académicas de la ingeniería con respecto al cambio tecnológico, se puede examinar desde dos puntos de vista; primero, con referencia a la participación efectiva del ingeniero en el desarrollo de innovaciones tecnológicas, y segundo, con relación a la capacidad de éste para adecuarse a las condiciones variables que impone la evolución de la ciencia y la tecnología, es decir el cambio tecnológico. En el primer caso se tiene en cuenta la contribución que hace el ingeniero al desarrollo de innovaciones tecnológicas en la firma o fuera de ella, y en el segundo, su capacidad para asimilar y desempeñar las funciones científico-tecnológicas que suponen las innovaciones que se introducen en la estructura tecnológica de la firma.

Así, desde una perspectiva estrictamente cualitativa, la funcionalidad de uno u otro tipo de formación en la firma estaría definida por el conjunto de conocimientos que el ingeniero adquiere en la universidad y su capacidad para aplicarlos, obtener los nuevos conocimientos originados en la evolución científica y tecnológica de las distintas ramas de la producción, y adaptarlos a sus necesidades profesionales específicas.

Una formación universitaria de esta naturaleza en ingeniería no es propiamente de carácter especializado, basada en el conocimiento tecnológico de la profesión y sus aplicaciones específicas. Al contrario, impone una sólida formación básica en ingeniería, orientada y no especializada, que proporcione al individuo los elementos científicos necesarios para entender la naturaleza intrínseca de los fenómenos y procesos tecnológicos, y actuar sobre ellos para crear nuevos procesos y sistemas tecnológicos; o, modificar, rediseñar y mejorar los existentes.

Sin embargo, en el grueso de las firmas de productos la realidad es diferente. En general las funciones de los ingenieros en estas firmas son relativamente rutinarias, o no demandan la utilización plena de sus conocimientos científicos y tecnológicos. En estas circunstancias la funcionalidad real de la formación se distorsiona; por una parte, la firma no utiliza en forma efectiva los conocimientos que el ingeniero puede haber adquirido en la Universidad; y por otra, la formación tecnológica específica que éste requiere para desempeñar sus funciones - como se anotó en el capítulo I y se verá más adelante - la adquiere directa o indirectamente en el trabajo.

En este sentido las exigencias explícitas de conocimiento académico de algunas de las funciones científico-tecnológicas de muchos de los ingenieros vinculados a actividades de producción en este tipo de firmas, se aproximan notablemente a las de las ocupaciones que desempeñan los técnicos de nivel medio con formación no universitaria; y en algunos casos llegan a confundirse. Sobre este aspecto, refiriéndose a su carrera profesional, un ingeniero mecánico que hizo sus estudios de ingeniería y al mismo tiempo trabajaba en una firma de la industria automotriz, se expresa de la siguiente manera:

"(...) En 1973 ya vi que mi carrera profesional no iba a tener éxito, puesto que uno empieza como técnico, se va capacitando gradualmente, y no sabe en qué momento deja de ser técnico para ser ingeniero; eso es muy difícil de determinar".

Desde luego este comentario no se refiere estrictamente a las calificaciones requeridas por el individuo para realizar sus funciones ocupacionales, pero permite inferir la presencia en la firma de cierta ambigüedad con relación a la asignación de tareas y funciones y su correspondencia con el nivel académico de las personas que las realizan. Es en este sentido que se habla de una distorsión en la funcionalidad de la formación, ya que ésta no se refiere a una ocupación en abstracto sino concretamente a aquellas que requieren formación universitaria para su desempeño.

Esta, sin embargo, no es una característica general de las firmas de productos. El problema de la distorsión de la funcionalidad de la formación aparentemente está asociado fundamentalmente, en el contexto argentino, a la etapa de producción de este tipo de bienes. En efecto, el desarrollo de productos y toda la actividad vinculada al diseño de la infraestructura tecnológica de una planta demandan la utilización de conocimientos relativamente sofisticados donde el ingeniero puede aplicar y desarrollar su capacidad científica y tecnológica.

Sin embargo, lo anterior no sucede cuando la firma no realiza tales actividades, o las que realiza son de menor alcance. En efecto, una vez desarrollado el producto, su elaboración podrá ser más o menos compleja, pero, en general se realiza de acuerdo con procedimientos, normas y especificaciones relativamente estandarizadas cuyo seguimiento y control es una tarea rutinaria.

Por tanto, no es de extrañar que entre los ingenieros vinculados a firmas de producto se observe ambigüedad en cuanto a la naturaleza de la formación universitaria y su funcionalidad con respecto a las tareas científico-tecnológicas que desempeñan. En términos objetivos la ambigüedad se refiere no a la formación universitaria en sí misma, sino a las características y nivel de calificación requeridos por el conjunto de actividades que definen la función del ingeniero en la firma. En otras palabras, si las funciones asignadas a un ingeniero no requieren una calificación académica de nivel universitario, es absolutamente erróneo tratar de establecer la funcionalidad de la formación con respecto a dichas funciones. En otras palabras, no se trata de discutir si el ingeniero tiene la capacidad para realizar una tarea que requiere una calificación académica formal inferior a la que él posee.

Por último, una de las características encontradas entre los ingenieros vinculados a firmas de productos, es que sus funciones no les demandan en general la realización de prolongados estudios de postgrado. En aquellos casos en que el ingeniero había realizado estudios de postgrado lo había hecho por un período inferior a diez meses, y el tema de estudio era estrictamente de carácter tecnológico, orientado más que todo a familiarizarlo en forma sistemática con las características tecnológicas y problemas específicos de la firma a la cual estaba contractualmente vinculado.

Firmas de proceso

Las firmas de proceso se diferencian de las de producto por la transformación físico química que sufren las materias primas utilizadas en la producción de un bien determinado. Esta diferencia en la estructura tecnológica de la firma supone igualmente la presencia de diferencias en su estructura ocupacional, y en su demanda de personal calificado. Sin embargo, las diferencias en la estructura de la demanda de personal calificado de estas firmas, no se refieren exclusivamente a la combinación de ramas de ingeniería que ellas utilizan. En efecto la estructura tecnológica propia de este tipo de firma además de ingenieros requiere la incorporación a su estructura ocupacional de profesionales específicamente formados en ciencias, principalmente de las áreas de química, física y matemáticas. De esta manera se registra una primera diferencia cualitativa en la estructura ocupacional de las firmas de producto con respecto a las de proceso. Asimismo se establece una segunda diferencia cualitativa si se observa que en estas unidades de producción el grado de calificación formal de los recursos humanos que realizan funciones científico-tecnológicas no es homogéneo al nivel de licenciatura, sino que se supera este nivel académico y se incorporan profesionales con estudios de postgrado equivalentes al doctorado en ciencias. Por tanto, la funcionalidad de la formación universitaria con respecto al cambio tecnológico en las firmas de proceso requiere un examen más amplio que trasciende las actividades ocupacionales desarrolladas por los ingenieros. En ellas el papel de los científicos es tan importante como el de los ingenieros, y en algunos casos lo es más, dependiendo en cada caso de la mayor o menor complejidad del proceso o procesos específicos de producción; y - como se verá más adelante - de la estrategia tecnológica explícita de la firma.

En efecto, existe una amplia diferenciación en las actividades científico-tecnológicas de las distintas firmas de proceso, que se asocia tanto a la combinación de ingenieros y científicos que éstas emplean como a los niveles de calificación académica formal que requieren. Atendiendo a esto último, y para elaborar más detalladamente el análisis correspondiente, las firmas de proceso se han dividido en dos grandes grupos denominados A y B, de acuerdo con el grado creciente de complejidad de las actividades científicas y tecnológicas que se realizan en ellas.

Proceso A

Estas firmas se caracterizan por desarrollar actividades científicas y tecnológicas relativamente complejas dentro del marco de la industria argentina. Dichas actividades se refieren tanto a los aspectos de la firma ligados directamente al trabajo en planta y al apoyo técnico a la producción por medio

de grupos de ingeniería y laboratorio, como a actividades sistemáticas de **investigación y desarrollo.**

De manera similar a lo que ocurre en las firmas de producto, las firmas comprendidas en este grupo no realizan investigación y desarrollo en el sentido estricto de la palabra sino básicamente desarrollo de productos. Dentro de esta perspectiva, en términos generales, las principales funciones científicas y tecnológicas que caracterizan las actividades de estas firmas son: desarrollo de productos, adaptación y modificación de materias primas, desarrollo elemental de procesos, control de procesos complejos, modelos de simulación y control y asistencia técnica a producción. En cada firma considerada individualmente, estas funciones toman perfiles específicos de acuerdo con los componentes de cada proceso tecnológico, y los objetivos tecnológicos generales de la firma. Aquí, sin embargo, se presentan en forma genérica, ya que el interés en ellas es simplemente analítico con referencia a los recursos humanos científicos e ingenieriles que las desarrollan.

Ahora bien, desde el punto de vista de la funcionalidad de la formación universitaria de los científicos e ingenieros que ejecutan funciones de esta naturaleza y nivel en la firma, es importante anotar que tanto en los ingenieros como en los egresados de ciencias entrevistados, no se presentó la ambigüedad que se observó entre los entrevistados de las firmas de producto. Todos los entrevistados coincidieron en afirmar que desde el punto de vista de las actividades que ellos realizan, la formación básica en ciencias o en ingeniería es el componente más importante de la carrera. Uno de los entrevistados que mejor expresó su pensamiento al respecto fue un químico, jefe de planta de una firma productora de lubricantes industriales. Esta persona cuando dejó la universidad fue inicialmente a trabajar en una firma de proceso, pero en una rama de la química diferente de aquella en la cual se había especializado; interrogado sobre los problemas de adaptación que hubiera debido afrontar por el motivo indicado señaló:

"(...) Básicamente pude comprobar lo que un profesor me había dicho cuando decidí desvincularme de la universidad y entrar en la actividad privada. Algo que creo que sigue siendo muy importante. Me decía que no tenía que hacerme problema por ser físico-químico, o más llevado a la teoría, y tuviera que ir a un lugar a aplicar mis conocimientos en tareas prácticas; porque lo más importante no es el conocimiento último de aplicación directa, sino la formación conceptual como para encarar y enfocar cualquier problema. Que es lo que da la formación universitaria en general. Así como tampoco es necesario ir a lo específico, tema que fue un poco caballito de batalla de él, que yo acepté como discípulo. Y pude comprobarlo. Decía que una persona puede saber de dos formas: porque ha grabado el conocimiento y lo sabe, o porque sabe dónde ir a buscarlo; y siempre es más importante la segunda forma que la primera; porque confiar en la memoria, se puede, hasta cierto punto; en cambio, si se está formado como para saber a dónde dirigirse a buscar el conocimiento, eso permite afrontar distintos problemas y buscarles la solución. Yo he podido aplicar eso bastante".

En este sentido, independientemente de la formación recibida por cada individuo, cabe señalar que las funciones y actividades cotidianas de tipo científico o tecnológico de estas firmas, ofrecen en general un rango más amplio de posibilidades de aplicación de conocimientos académicos que las de producto. De hecho la presencia de científicos en su estructura ocupacional es por sí sola un indicador de la mayor complejidad y diversidad de funciones que caracteriza a estas firmas.

Asimismo, la coincidencia de opiniones en torno a la bondad de la formación básica en función del ejercicio profesional, pareciera indicar que en este tipo de firma existe una mejor correspondencia entre las funciones y tareas asignadas al personal que desarrolla funciones de carácter científico y tecnológico, y el nivel de calificación académica formal requerido para realizarlas. De cualquier forma esta es solamente una inferencia indirecta y en este sentido deben entenderse.

En este orden de ideas, se pudo observar que el nivel académico promedio alcanzado por los científicos e ingenieros vinculados a este grupo de firmas, correspondía al de licenciatura. Este aspecto es importante si se tiene en cuenta que a pesar de que algunos de los entrevistados realizaban tareas sencillas de investigación, en ningún caso estos se refirieron, por lo menos en forma espontánea, a la formación universitaria en investigación y los beneficios que esta pudiera tener en el desarrollo de sus funciones. En este sentido es conveniente resaltar el hecho adicional de que las opiniones del grupo de entrevistados vinculado a estas firmas, en cuanto a la funcionalidad de la estructura de la formación universitaria con respecto a sus ocupaciones, coincide igualmente con el nivel académico alcanzado por ellos. Es decir, la formación en investigación a este nivel académico no era explícitamente considerada como un componente adicional de la estructura académica de la formación universitaria, y posiblemente por estar ausente de la experiencia académica y profesional de los entrevistados no se contabilizaba como un elemento influyente en el desempeño de sus actividades científicas y tecnológicas. Esta conclusión confirma en cierta medida la inferencia que se hizo anteriormente sobre la correspondencia entre las funciones científico-tecnológicas asignadas al personal profesional de estas firmas, y su nivel de calificación académica formal; y además, contribuye a confirmar la funcionalidad parcial y progresiva asignada a la formación universitaria.

Proceso B

Este comprende realmente el grupo más reducido de firmas; sin embargo, representa por sus características el conjunto de actividades y funciones científico-tecnológicas más complejas. Si bien es cierto que estas comparten las características tecnológicas básicas de las firmas de proceso A, el nivel científico en que se desarrollan las actividades de estas firmas es mucho más alto, y corresponde a objetivos tecnológicos de más largo alcance. En otras palabras, aunque estas firmas realizan parcialmente actividades científico-tecnológicas similares a las de proceso A, su horizonte tecnológico empieza a desplazarse progresivamente de la innovación 'adaptativa' basada en procesos y productos pre-existentes, a la búsqueda de productos originales y nuevas formas de producción. En este sentido, la actividad

científica y tecnológica atinente al proceso de producción y orientada a la innovación tecnológica, se presenta en estas firmas como una actividad sistemática y definida independientemente de las tareas cotidianas que tienen origen en el proceso de producción. Esto hace que la investigación básica y aplicada con objetivos industriales empiece a ser una actividad regular en este tipo de firmas, y sus resultados se consideren explícitamente parte de su patrimonio. Así, las actividades de las firmas de este grupo están referidas a: desarrollo complejo de productos basado en investigación, modificaciones sustanciales a procesos, productos y materias primas, procesos experimentales de investigación básica aplicada a procesos de producción, desarrollo de sistemas complejos de control de procesos, operación de sistemas de control automático de producción y sistemas complejos de control de calidad, entre otras.

En términos ocupacionales lo anterior se refleja en una estructura de cargos y funciones científico-tecnológicos a nivel de la firma, de un grado de complejidad mayor que el de las firmas de proceso A.

En este sentido la estructura de la demanda de calificaciones académicas formales de estas firmas es la más exigente de todas; e incorpora un porcentaje importante de profesionales con doctorado en ciencias. Estos profesionales no solamente se desempeñan en las funciones de investigación y desarrollo de las firmas; sino que en algunas oportunidades realizan tareas vinculadas directamente con la producción. Sin embargo, la ubicación de personal altamente calificado en cargos referidos directamente a la producción no es casual. En efecto, las actividades de investigación y desarrollo que se realizan en estas firmas requieren de un apoyo continuo del área de producción para llevar a cabo pruebas experimentales de investigación que de otra manera no podrían ser realizadas. La presencia en cargos técnicos de producción de personas familiarizadas con los problemas propios de la investigación, en opinión de los entrevistados, facilita enormemente la conducción de trabajos experimentales en planta. Asimismo, la combinación de ramas de la ciencia y la ingeniería y la combinación de calificaciones académicas que se registra en este grupo de firmas de proceso, introduce en ellas una dinámica científica que trasciende los objetivos de innovación y eficiencia productiva.

En efecto, una vez consolidados, los grupos de investigación y desarrollo se convierten en centros de capacitación y actualización profesional para el personal técnico de la firma; y desarrollan relaciones académico-tecnológicas con universidades y centros de investigación del país y del exterior, por medio de la publicación de trabajos y la participación en seminarios y reuniones técnicas. Uno de los entrevistados perteneciente al departamento de investigación y desarrollo de una de las firmas de este grupo, interrogado sobre su experiencia como investigador en la universidad y su experiencia de investigación en la firma, se expresa así:

"(...) Son cosas distintas; y son muy difíciles de comparar. En términos generales, diría que nuestra situación acá es muy favorable; tenemos una oportunidad muy concreta de seguir capitalizándonos profesionalmente por cuanto tenemos libertad absoluta para comprar, por ejemplo, cualquier clase de revistas - en este sentido la empresa es muy generosa -, lo mismo

Se aplica para los libros: tenemos un fondo permanentemente disponible. Al ser un sector un poco independiente dentro de la empresa, tenemos una interacción un poco cerrada, pero de todas maneras útil. O sea, el nivel promedio de la gente es lo suficientemente bueno como para que uno pueda escuchar cosas inteligentes a diario; y entonces, eso ayuda a mantenerse en un nivel razonablemente actual. Además, hemos adoptado como objetivo, precisamente antioxidante, mantener vínculos y contactos constantes con el INIFTA, con la Comisión Nacional de Energía Atómica, Centro Atómico de Bariloche. Tenemos permanentemente posibilidades de recibir una visita de un profesor que da una charla, o uno de nosotros que va a dar una conferencia; ahora en junio, casi seguramente viajo a EE.UU. a un Congreso sobre Carbones y simultáneamente voy a visitar plantas, etc.; pero hay una semana que voy a estar exclusivamente en una universidad discutiendo con gente a la que no le importa si yo vengo de una industria o vengo de una universidad; o sea, me van a evaluar bien o mal por lo que yo pueda decir en esa circunstancia y nada más".

Cuando en la universidad existe una contraparte del mismo nivel académico y con intereses similares, estas relaciones (firma-universidad) surgen de manera relativamente espontánea e informal, principalmente a consecuencia del interés académico que mantienen personas que han estado vinculadas por largo tiempo a una institución universitaria. Estas relaciones, sin embargo, no necesariamente se mantienen a nivel informal. La presencia en la firma de científicos e ingenieros con inquietudes académicas concretas contribuye a crear conciencia en la dirección de la firma sobre la utilidad real del personal científico de alto nivel para el logro de sus objetivos, y la necesidad de mantener instituciones de formación del más alto nivel académico. De esta forma la firma, con carácter institucional, empieza paulatinamente a comprender la bondad de dar apoyo a programas académicos específicos, sin esperar una retribución directa inmediata.

En este orden de ideas, la funcionalidad de la formación universitaria con respecto al cambio tecnológico en este grupo de firmas, adquiere una dimensión más amplia y cualitativamente diferente a la de los grupos ya discutidos. Dado el nivel y complejidad de las funciones científico-tecnológicas que se realizan en ellas y por tanto de las actividades específicas de los científicos e ingenieros, la funcionalidad de la formación adquiere el grado de generalidad más amplio posible. A diferencia de las firmas de producto y de proceso A, dicha funcionalidad no es referida al componente científico o tecnológico de la estructura académica de las carreras; en las firmas de proceso B la funcionalidad de la formación con respecto a las actividades científico-tecnológicas de nivel profesional, resulta de una combinación que amalgama un sólido conocimiento científico general con la capacidad metodológica requerida para utilizarlo en la identificación, formulación, estudio y solución de problemas específicos. En otros términos, la funcionalidad de la formación a este nivel de complejidad tecnológica de la firma se refiere a la capacidad científica del individuo, desarrollada por medio de la práctica de la investigación 11/; y por esta razón, se considera que la funcionalidad adquiere el grado de generalidad más amplio posible.

Finalmente cabe anotar que de las personas entrevistadas pertenecientes a este grupo que habían realizado estudios de postgrado, ninguna los había hecho en el exterior. Sin embargo, varias de ellas habían realizado trabajo post-doctoral de investigación, principalmente en universidades de Estados Unidos y Europa.

NOTAS

1/ Por función científico-tecnológica se entiende la actividad que desempeña un ingeniero o un científico en la firma, relacionada directa o indirectamente con producción o tareas organizados de cambio e innovación tecnológica.

2/ Stewart, F., "Choice of Techniques in Developing countries", en Science, Technology and Development, Editado por C.Cooper, Frank Cass, Londres 1975.

3/ Este punto se discute más adelante en la sección Estructura tecnológica de la firma y funcionalidad de la formación universitaria.

4/ Este punto se desarrolla ampliamente en el capítulo V en el cual se discuten la Estrategia tecnológica y el Sendero de aprendizaje en la firma.

5/ Estas ideas se discuten más ampliamente en el capítulo V de este trabajo, cuando se desarrolla el concepto de Conocimiento potencial.

6/ Véase: Katz, J. Cambio tecnológico, desarrollo económico y las relaciones intra y extra regionales de la América Latina, BID/CEPAL/BA/36, Agosto 1976, p.9.

7/ La parte de desarrollo se refiere al componente de los departamentos o gerencias de investigación y desarrollo que realiza trabajo sistemático, apoyado en conocimiento existente obtenido por medio de investigación o experiencia práctica, dirigido a la producción de nuevas materias primas, productos y piezas, instalación de nuevos procesos, sistemas y servicios, y el mejoramiento sustancial de aquellos ya producidos o instalados. Sobre el particular véase: OECD., The measurement of scientific and technical activities, "Frascati Manual", París, 1976.

8/ La parte de investigación se refiere al componente de los departamentos o gerencias de investigación y desarrollo que realiza actividades de investigación básica o aplicada. Investigación Básica es el trabajo teórico o experimental realizado principalmente para adquirir nuevos conocimientos sobre los principios subyacentes en los fenómenos y hechos observables, sin perseguir ningún uso o aplicación particular. La investigación básica analiza propiedades, estructuras y relaciones con el fin de formular y probar hipótesis, teorías o leyes. La investigación aplicada también es trabajo original realizado con el propósito de obtener nuevos conocimientos. Esta, sin embargo, está dirigida principalmente a la obtención de un fin u objetivo práctico. Ver: OECD, op. cit.

9/ Véase: Freeman C., The economics of industrial innovation, Penguin Books, 1974, pp. 108-157.

10/ Por ejemplo véase: UNESCO, La formación de ingenieros y la industria en América Latina, seminario latinoamericano sobre cooperación entre instituciones de enseñanza y la industria en la formación de ingenieros, Argentina, 1973.

11/ Este punto se ilustra al examinar las citas (págs.32 y33) que se utilizaron para mostrar las diferencias cualitativas estructurales de la formación de científicos e ingenieros en la Argentina.

IV. APRENDIZAJE EN LA FIRMA

El aprendizaje en la firma es una dimensión de la formación profesional relativamente ignorada en la literatura sobre educación universitaria y cambio tecnológico. Tradicionalmente dicho aprendizaje se ha asociado a la adquisición de destrezas manuales para desempeñar una ocupación específica, proceso generalmente conocido como 'on-the-job training' 1/, o ha sido referido desde la perspectiva de la teoría del cambio tecnológico 2/, en general, al aprendizaje que realiza la firma a través del tiempo ('learning by doing'), y en particular, desde el punto de vista de los países en desarrollo, al conocimiento tecnológico que la firma adquiere a partir de tecnología obtenida en el exterior 3/. En uno y otro caso se han hecho aportes originales de investigación importantes, pero el tema concreto del aprendizaje en la firma como complemento de la formación universitaria sólo ahora empieza a explorarse. El tema adquiere más relevancia si en lugar de discutir el hecho en sí mismo, se examina desde el punto de vista de sus implicaciones en el proceso de cambio tecnológico en la firma.

Efectivamente, existe consenso entre los profesionales vinculados a la industria en el sentido de que la formación tecnológica específica referida a una rama de la producción sólo se adquiere en la firma; y que su dinámica e intensidad depende de factores tales como la rama de la producción en que ésta se ubica, su tamaño, estrategia tecnológica, y las funciones científico-tecnológicas que aquellos desempeñan en ella.

En este sentido se afirma que la formación tecnológica especializada constituiría un objetivo difícil de alcanzar en cualquier contexto universitario, no sólo porque sería prácticamente imposible para un sistema universitario abarcar todas las ramas de la producción y sus procesos específicos, sino porque el desplazamiento de la frontera del conocimiento tecnológico ocurre con una rapidez tal, que aun disponiendo de los medios necesarios no sería factible para una institución académica mantener un ritmo y una velocidad de ajuste de esa naturaleza. El máximo esfuerzo que puede hacer una entidad académica es hacer el registro bibliográfico de la evolución del conocimiento tecnológico, y aun en este caso sus posibilidades reales son de hecho muy limitadas. Esto es así por distintas razones: una, el desarrollo del conocimiento tecnológico tiene origen fundamentalmente en centros no académicos, cuyo interés relativo por la ciencia es secundario con relación al interés económico; y otra, el interés económico del conocimiento tecnológico que se concreta en la innovación de productos, procesos, sistemas, etc., hace que al contrario de lo que sucede con los hallazgos de la investigación básica, 4/ se trate de mantener sus resultados en secreto o protegidos mediante patentes que condicionan y limitan su uso y difusión. Lo anterior, en términos generales, contribuye a comprender mejor la necesidad de considerar el aprendizaje en la firma como una dimensión adicional de la formación profesional, al hacer explícita la existencia de una división del trabajo científico-tecnológico en la formación de ingenieros y científicos, en la cual la universidad como institución sólo participa en forma parcial.

Desde luego este trabajo no pretendo ser exhaustivo en cuanto a las características y alcances de este tipo de aprendizaje; sin embargo, en principio todo parece indicar que un análisis detallado de su naturaleza, características y limitaciones, ayudaría a comprender más ampliamente y con menos ambigüedades el papel que corresponde a la universidad en la división del trabajo científico-tecnológico para la formación de recursos humanos.

En este orden de ideas, el aprendizaje en la firma puede tomar diferentes modalidades particularmente atendiendo al tipo de función que le corresponde desempeñar a un individuo dentro de su estructura ocupacional. El alcance de estas modalidades, sin embargo, no es independiente del nivel académico alcanzado por el individuo en la universidad, y la mayor o menor intensidad con que haya abordado cada uno de los componentes de la estructura académica de la carrera, discutidos en la sección precedente. En otras palabras, de la misma manera que se registra una funcionalidad de la formación universitaria con respecto al cambio tecnológico en la firma como un todo, la naturaleza, intensidad y calidad del aprendizaje en referencia están en función de la formación universitaria previa y la posición ocupacional que el ingeniero o el científico desempeña en ella.

Así, desde el punto de vista de las personas vinculadas directamente a tareas que afectan o pueden ser afectadas por el cambio tecnológico en la firma, con fines de análisis se pueden distinguir tres grupos de profesionales bien diferenciados: el grupo de producción en planta; el de ingeniería de fábrica, encargado del apoyo técnico a producción; y el de investigación y desarrollo. Cada uno de estos grupos ejerce funciones cuyas diferencias cualitativas determinan: primero, una modalidad de complementación de la formación universitaria, y segundo, un grado de aprendizaje que por sus características puede ser más o menos orientado a aspectos tecnológicos o científicos, dependiendo en cada caso de la firma de que se trate. En el contexto industrial argentino, sin embargo, aparentemente no existe todavía una rama de la investigación industrial orientada exclusivamente con fines puramente científicos. Por tanto, los distintos tipos de aprendizaje en la firma se pueden denominar respectivamente: aprendizaje tecnológico específico y aprendizaje científico-tecnológico.

Aprendizaje tecnológico específico

Este tipo de aprendizaje es el que realizan principalmente los grupos de producción en planta y de ingeniería de fábrica; aunque en ciertos casos, desde luego excepcionales, algunas de las actividades de ingeniería de fábrica se aproximan al aprendizaje científico-tecnológico. Por sus características se refiere al conocimiento que a través del ejercicio profesional en la firma adquiere un ingeniero o un científico, relativo a las características del diseño, operación, mantenimiento y control de una planta de producción, y a la ingeniería de proceso o de producto de un bien de consumo final, intermedio o de capital. Es el conocimiento que se adquiere progresivamente no tanto fruto de un esfuerzo sistemático de aprendizaje, sino como resultado de la participación, colectiva o individual, en la realización de tareas específicas. En este sentido, se puede argumentar legítimamente que este aprendizaje es de la misma naturaleza del que normalmente se conoce con el nombre de 'on-the-job-training'. Efectivamente,

en su forma más general, comparten la característica de que, en ambos casos el aprendizaje se realiza fundamentalmente en el lugar de trabajo; sin embargo, como ya se dijo, el aprendizaje tecnológico específico no se refiere a un proceso de entrenamiento orientado a la adquisición de una destreza manual específica, sino que cubre una serie de aspectos tecnológicos, teóricos y prácticos, no necesariamente de carácter manual, que dan al individuo una visión de conjunto de la estructura tecnológica dentro de la cual opera, visión que le permite realizar directamente una actividad, o dirigir un conjunto de éstas y controlar su ejecución.

En este orden de ideas, el aprendizaje tecnológico específico, como complemento de la formación universitaria, podría asimilarse a un proceso de especialización profesional que se ajusta a las necesidades concretas del individuo, determinadas por sus oportunidades ocupacionales. Por tanto, el nivel relativo del aprendizaje que éste realiza depende de la complejidad de la estructura tecnológica de la firma en que se desempeña, y del grado de correspondencia funcional entre dicha estructura y los componentes de la estructura de su formación académica universitaria.

Lo expresado en el párrafo anterior se contrapone al supuesto generalmente aceptado de la existencia de una correspondencia casi unívoca entre formación universitaria y ocupaciones. De hecho, la universidad ofrece una serie de posibilidades académicas formales de especialización; sin embargo, todo parece indicar que la especialización real del ingeniero o el científico referida al conocimiento tecnológico propio de una rama de la producción, se adquiere en la firma durante el ejercicio profesional; y más aun, en muchas oportunidades, esta especialización no tiene una relación explícita con el conocimiento tecnológico académico adquirido en la universidad. Un ingeniero industrial vinculado a la gerencia técnica de una firma de productos textiles, interrogado sobre la relación existente entre la formación recibida por él en la universidad y las funciones tecnológicas específicas que realizaba en la firma, manifestó:

"Evidentemente la ingeniería industrial es, de todas las ramas de la ingeniería, la más amplia. Un ingeniero industrial puede ser desde vicepresidente de compañía, hasta alguien que trabaje en costos, pasando por métodos y tiempos, y por producción. Sin embargo, en lo que se refiere a la parte más específica de ingeniería industrial no hago eso, propiamente dicho. Eso es como un bagaje que tengo atrás, que cuando necesito realizar algunos trabajos acudo a ellos, sobre todo técnicas de investigación operativa, algo de costos. Que se ven en ingeniería industrial y no se ven, al menos con tanta profundidad, en otras ramas de ingeniería. Pero, concretamente, al trabajar en una gerencia técnica en textiles mi trabajo es en tecnología textil propiamente dicha".

Esta respuesta es un ejemplo que resume la opinión de otros profesionales entrevistados que se encontraban ubicados en posiciones ocupacionales cuyas funciones tecnológicas, por lo menos teóricamente, no coincidían con la formación académica que recibieron en la universidad; y muestra la función del aprendizaje tecnológico específico como elemento de especialización complementario de la formación universitaria.

El proceso de aprendizaje tecnológico específico, sin embargo, no es homogéneo y de hecho toma diferentes formas, dependiendo de la estrategia tecnológica de la firma - la cual se discutirá con mayor detalle en el capítulo siguiente. En el caso extremo el aprendizaje es simplemente una acumulación de conocimiento empírico que se logra exclusivamente a través de la observación y participación constante del profesional en las funciones tecnológicas de la firma; y es el tipo de aprendizaje más aproximado al que se denomina 'on-the-job-training'. Asimismo, por su naturaleza este es un aprendizaje cuya dinámica está condicionada por la intensidad de las actividades tecnológicas de la unidad de producción, y por las oportunidades que el ingeniero o el científico tiene de participar activamente en ellas.

Pero comúnmente las firmas adoptan mecanismos adicionales de formación que aceleran, intensifican y en alguna medida formalizan el proceso de aprendizaje en referencia, lo cual teóricamente les permite utilizar más rápida y eficientemente la capacidad del personal profesional a su servicio. No obstante, el interés de esta parte del trabajo no es profundizar en torno a las formas alternativas de aprendizaje en la firma - que es tema del último capítulo -, sino discutir su desarrollo general sobre la base de una formación universitaria previa. El carácter formal de este tipo de aprendizaje tecnológico específico es precisamente una de las propiedades que más lo distinguen del aprendizaje tipo 'on-the-job-training'. En efecto las dos características más generales de este último son: i) que tiene lugar en el proceso de producción, y ii) es de naturaleza informal. El material escrito y la instrucción formal en aulas de clase tienen una función subsidiaria 5/.

La experiencia del ingeniero industrial citado inicialmente en esta sección, muestra un caso de desarrollo formal del aprendizaje tecnológico específico iniciado en la firma y complementado fuera de ella. En efecto, a partir de cero, en un plazo relativamente corto, el ingeniero se convierte en jefe de técnica textil de una firma de gran envergadura; se refiere a su experiencia así:

"Hasta entrar en esta compañía no sabía lo que era una tela: aproximadamente al año de haberme recibido de ingeniero industrial soy enviado a Estados Unidos a realizar cursos de especialización en tecnología textil; allí permanezco ocho meses durante los cuales realizo cursos específicos de técnica textil. Regreso al Departamento técnico textil y actualmente ocupo el puesto de jefe de técnica textil, donde mis funciones principales son: el desarrollo de nuevos productos, la confección de especificaciones para la planta y especificaciones de producto y el apoyo técnico y el seguimiento de problemas técnicos".

Interrogado sobre lo que él piensa hubiera sido su experiencia, en términos de conocimientos, de no haber realizado el curso en Estados Unidos, agrega:

"Creo que a la larga, hubiera terminado por aprender muchas de las cosas que aprendí allá; pero no todas, ni tan rápido, ni en forma sistemática y ordenada. Es decir, a mí me enseñaron lo que es un telar. Por supuesto, yo había visto telares acá; pero no me había metido abajo. Y no sólo hice eso, sino que el profesor me decía: "mírelo por este lado izquierdo, que es más fácil y lo va a entender más rápido y mejor".

Sí en cambio lo hago solo voy a tardar más tiempo en conocerlo, y el aprendizaje no sería sistemático. Eso está en la esencia de cualquier aprendizaje, quizás llegue a saberlo bien, pero mucho mejor si lo hace sistemáticamente".

No obstante, como se señaló más atrás, este proceso de aprendizaje no ocurre exclusivamente en aquellos casos en que el ejercicio profesional no tiene una relación explícita con la formación tecnológica recibida en la universidad. En efecto, como se anotó antes, las posibilidades reales de especialización tecnológica en la universidad son muy limitadas, por tanto este tipo de aprendizaje se extiende, más o menos en los mismos términos, a ramas de las ciencias e ingeniería en que la formación universitaria, coincide relativamente con las funciones tecnológicas que se le asignan al profesional en la firma. Esta es una experiencia ciertamente frecuente entre las personas entrevistadas, que se puede sintetizar en la opinión de un ingeniero químico jefe del área de 'calor' de la gerencia de investigación y desarrollo de una empresa del sector petrolero, quien expresa:

"Mi experiencia en la empresa es un poco particular porque en la universidad no recibí un curso de tecnología del calor; acá empecé a trabajar en ese tema; y nadie lo había trabajado antes. Entonces, es el crecimiento de un profesional en un campo del conocimiento en el cual inicialmente no sabía por dónde empezar. Porque en la mayoría de los casos, me venían con un condensador que se rompe, tiene tal problema, etc.; y yo tenía el rótulo: condensador, y por ahí empezaba. Ahora esa etapa pasó, la gente que entra ahora recibe al menos un entrenamiento previo y de ahí en adelante puede interpretar lo que va aplicar todos los días. Herramientas que uno termina aplicando rutinariamente. Este aprendizaje me tomó algo más de dos años; a un ingeniero que entra ahora a la empresa no tiene por qué tomarle más de seis meses".

Efectivamente, la tecnología del calor, aparte de ser una especialidad de la ingeniería química, es una asignatura de la carrera que en su época de estudiante el ingeniero químico en referencia no tuvo oportunidad de cursar; según lo expresó él mismo, hoy en día esa asignatura se encuentra en los programas de ingeniería química de todas las universidades. Sin embargo, lo que es importante resaltar es que, sea cual fuere el caso, esta persona y la firma tuvieron que realizar un esfuerzo de aprendizaje específico, independientemente de la correspondencia teórica entre la especialidad del ingeniero y la naturaleza de las funciones tecnológicas para las cuales fue contratado.

Este y el caso citado anteriormente, son sólo de los muchos ejemplos que se conocen referidos a la evolución y consolidación en la firma del conocimiento tecnológico de los ingenieros y científicos pertenecientes a distintas ramas de las ciencias e ingeniería, cuya incorporación a los programas académicos de las universidades sólo se puede realizar de manera parcial y limitada. La evolución y consolidación de las distintas ramas de la ingeniería en sí mismas son ejemplos de la evolución y profundización del conocimiento científico y tecnológico a través del tiempo. Desde luego dicha evolución se origina en ciertos centros donde se conjugan las condiciones óptimas que permiten el desplazamiento de la frontera del conocimiento y su incorporación a programas

de formación académica; de ahí en adelante, se difunde a otros centros con un retardo más o menos prolongado, dependiendo en cada caso de las condiciones particulares de éstos. En resumen, el aprendizaje tecnológico específico está orientado básicamente al conocimiento de los aspectos operativos inherentes a la producción de un bien de consumo final, intermedio o de capital. En estos términos se considera como un complemento de la formación universitaria, cuyos alcances y profundidad sólo pueden ser determinados por la firma, ya que en ningún caso la universidad dispondría de los elementos de juicio y la experiencia que se requieren para hacerlo. Asimismo, es un proceso que en cada firma adquiere modalidades específicas, y en última instancia, determina una división del trabajo científico-tecnológico en la formación de recursos humanos.

Aprendizaje científico-tecnológico

En la sección precedente se discutió el aprendizaje tecnológico específico en la firma como una forma de complementación de la formación universitaria que se realiza principalmente a través del desempeño de actividades directamente relacionadas con producción. El aprendizaje científico-tecnológico es simplemente una manera de denominar el proceso de aprendizaje que se desarrolla en la firma referido principalmente a las actividades específicas que se realizan en los departamentos y gerencias de investigación y desarrollo, o grupos con funciones semejantes.

Sin embargo, el grado de especialización de estos departamentos en función del cambio tecnológico en la firma no debe ser exagerado. De hecho muchas innovaciones importantes las realizan ingenieros de producción, y cuando se introducen nuevos procesos de producción un número considerable de las mejoras que se les incorporan las realizan quienes tienen que ver directamente con su operación. Igualmente en algunas firmas hay departamentos técnicos o de ingeniería cuya función frecuentemente esta ubicada en una posición intermedia entre el departamento de investigación y desarrollo y producción, los cuales a menudo contribuyen más al mejoramiento técnico de un proceso de producción, que el departamento mismo de investigación y desarrollo 6/.

En los países industrialmente avanzados, las unidades y departamentos de investigación y desarrollo exhiben una larga trayectoria. Es así como hacia 1870 la industria alemana ya había incorporado estas unidades a su sistema científico-tecnológico, las cuales estaban orientadas a la introducción de nuevos productos y procesos en el mercado. Bayer, Hoechst y Basf se encuentran entre las primeras firmas en el mundo que establecieron laboratorios propios de investigación profesional 7/, y a fines del siglo XIX la actividad inventiva individual había cedido paso al flujo y escala industrial del proceso de innovación.

En la Argentina esta actividad industrial es relativamente reciente y aun no se ha consolidado. En algunas de las firmas cubiertas por esta investigación existen unidades o departamentos de investigación y desarrollo pero en la mayoría éstos existen solo nominalmente, y como se indicó en el capítulo III sus funciones se concentran en la parte de desarrollo de productos.

En efecto, si se considera que el 'out-put' de los departamentos de investigación y desarrollo tradicionales existentes en firmas de países industrialmente avanzados constituye, por un lado, un flujo de nueva información tanto de carácter general (resultados de investigación básica y fundamental) como particular relacionada con aspectos de aplicación específica (resultados de investigación aplicada), y por otro, un flujo de modelos, planos, diseños, manuales y prototipos de nuevos productos, o plantas piloto y equipos experimentales para nuevos procesos (desarrollo experimental), lo que realmente existe en las firmas entrevistadas es una aproximación al concepto tradicional de unidad de investigación y desarrollo. No obstante, esto de manera alguna significa subestimar el esfuerzo tecnológico de las firmas que realizan sistemáticamente este tipo de actividad. Simplemente la firma se ubica dentro de una división internacional del trabajo científico-tecnológico que la lleva a realizar sus actividades organizadas con fines de cambio tecnológico, desde una perspectiva diferente, adecuada a los requerimientos explícitos de sus objetivos tecnológicos y posibilidades económicas.

Una de las razones que parcialmente pueden explicar lo expresado en el párrafo anterior, es la naturaleza y características del proceso de industrialización por sustitución de importaciones que tuvo lugar en Argentina y América Latina en general, el cual significó trasladar al exterior la demanda de tecnología industrial, limitándose la industria local, por lo menos en una primera etapa, a la operación y control de la tecnología adquirida en el exterior. Sin embargo, a partir de este proceso, y luego de un período relativamente largo al final del cual algunas ramas de la industria adquieren una madurez relativa, la conjugación de una serie de factores económicos, técnicos e institucionales - que no es del caso discutir aquí, generó en la firma la necesidad de realizar un esfuerzo sistemático para conocer y dominar la tecnología originalmente importada 8/, lo cual ha conducido a algunos empresarios a tomar conciencia sobre sus potencialidades tecnológicas, y a tratar de desarrollar una capacidad científico-tecnológica interna que les permita alcanzar una autonomía tecnológica relativa. Desde el punto de vista de la teoría del cambio tecnológico, este proceso ha sido denominado aprendizaje en la firma 9/. Precisamente, se denomina aprendizaje, puesto que es un proceso de adquisición de conocimientos que se realiza a partir de tecnología comprada en el exterior en cuya producción la firma no tuvo participación directa alguna.

En este sentido, desde la perspectiva del empresario, dada la existencia de un mercado internacional de tecnología, aparentemente no se justifica desde el punto de vista económico, mantener una unidad de investigación y desarrollo y un grupo de investigadores, que pueden demandar una asignación presupuestaria considerable, para que eventualmente lleguen a un resultado ya conocido. Pero, aparentemente, si es económicamente justificable mantener un grupo de alto nivel científico-tecnológico, de menor alcance que el requerido por una unidad de investigación y desarrollo (cuyo objetivo es lograr desplazamientos reales en la frontera tecnológica de una determinada rama de la producción) que de a la firma la capacidad necesaria para adquirir y negociar tecnología, modificarla, mejorarla, adaptarla a sus condiciones de contorno, y utilizarla eficientemente.

De esta manera, las funciones científico-tecnológicas de los grupos de investigación y desarrollo de algunas de las firmas cubiertas por esta investigación desarrollan una actividad de aprendizaje científico-tecnológico, que a diferencia del tecnológico específico no constituye solamente un complemento de la formación universitaria del ingeniero o científico que lo realiza, sino que explícitamente se convierte en aprendizaje de la firma. Es decir, en el caso del aprendizaje tecnológico específico, aunque la firma se beneficia de su aprendizaje, el profesional fundamentalmente aprende para su propio beneficio en función del desempeño de la actividad para la cual es contratado. Entonces, se puede decir que el aprendizaje científico-tecnológico en la firma se refiere al conocimiento que adquiere, crea o contribuye a desarrollar un ingeniero o un científico por medio de su participación principalmente en actividades de investigación y desarrollo u otras semejantes en la firma, referido directa o indirectamente a un proceso de producción o producto de consumo final, intermedio o de capital, independientemente de que este conocimiento tenga o no aplicabilidad inmediata en la firma.

En consecuencia, en la medida en que las funciones del grupo de investigación y desarrollo estén orientadas hacia aspectos específicos de las distintas etapas de producción de un bien, el aprendizaje científico-tecnológico comparte algunas de las características del tecnológico específico. En efecto, esta circunstancia hace que el profesional (ingeniero o científico) antes de iniciar una tarea específica tenga que familiarizarse íntimamente con todos los aspectos del proceso de producción, o por lo menos con aquellos sobre los cuales estará trabajando directamente.

Sin embargo, el componente de formación profesional ligado al aprendizaje científico-tecnológico es de naturaleza diferente al del aprendizaje tecnológico específico. En efecto, en los grupos de investigación y desarrollo generalmente se distinguen dos grupos profesionales: un grupo que formula y dirige los proyectos de investigación y desarrollo, que generalmente está compuesto por personas con nivel académico de doctor o equivalente; y otro, que participa en el desarrollo de los mismos o realiza tareas auxiliares y está conformado por personas (ingenieros o científicos) con nivel académico equivalente al de licenciatura.

De hecho, el primer grupo se caracteriza por tener una formación académica que en la práctica lo habilita no solamente para adquirir sino para crear conocimientos: es la capacidad científica desarrollada por medio de la práctica de la investigación. En otras palabras, con respecto a este grupo el aprendizaje tecnológico específico constituye básicamente un flujo de información que es procesada con miras a obtener un 'out-put', y no un conocimiento que se obtiene para operar o realizar una función en el proceso de producción. Entonces, la capacidad de este grupo para desarrollar su aprendizaje depende sólo de manera secundaria del aprendizaje tecnológico específico, y fundamentalmente de la capacidad científica que brinda la formación universitaria previa y la experiencia en investigación.

El segundo grupo comparte inicialmente las características que puede tener un grupo de ingenieros y científicos asignados a tareas de producción e ingeniería de fábrica y apoyo técnico a producción. Sin embargo, las funciones que les corresponde desempeñar vinculadas a la ejecución de proyectos de

investigación y desarrollo y actividades similares les permiten realizar un aprendizaje cualitativamente diferente del tecnológico específico, ya que sus funciones les hacen posible asimilar los elementos de formación científica que les puede transmitir quien dirige una investigación o un proyecto de desarrollo, que en general no están presentes o es difícil transmitir cuando se trata del aprendizaje tecnológico específico. En efecto, todo parece indicar que las funciones científico-tecnológicas asimilables a las de los departamentos de investigación y desarrollo requieren para su realización calificaciones académicas que están por encima del promedio normal de los egresados de ciencias e ingeniería.

Por otra parte, los mecanismos formales de aprendizaje que la firma utiliza para contribuir a desarrollar o acelerar la adquisición de conocimiento científico-tecnológico por parte de su elenco profesional, son similares a los que emplea en relación con el aprendizaje tecnológico específico, pero cualitativamente diferentes.

En este sentido, la firma promueve principalmente entre sus ingenieros y científicos la visita a plantas industriales similares y la realización de programas académicos avanzados en universidades del exterior. Pero dadas las funciones y el nivel académico de las personas que participan en estas visitas y programas, en general el objetivo que persiguen no es el de adquirir conocimientos sobre la operación y funcionamiento de las plantas que visitan o recibir cursos académicos formales de entrenamiento. Principalmente se busca realizar contactos con personas vinculadas a actividades similares en empresas líderes de la misma rama de producción, para discutir problemas comunes e intercambiar ideas sobre posibles líneas de investigación; y los programas académicos están orientados principalmente al desarrollo de proyectos de investigación vinculados al tema específico de trabajo de la firma. El objetivo de estos últimos es principalmente poner en contacto al investigador con personas que han trabajado sobre el mismo tema, y que eventualmente han tenido que enfrentar problemas similares a los que él tendrá que afrontar en el desempeño de sus funciones científico-tecnológicas en un tema específico en la firma. Casos como éste se expresan en el comentario de uno de los entrevistados, perteneciente al grupo de investigación y desarrollo de una firma del sector metalúrgico:

"(...) Hubo que armar todo desde cero, formar un laboratorio, construir cosas, elegir técnicas de trabajo, comprar equipo, nos llevó un tiempo bastante largo. Por otra parte, yo particularmente, dentro del grupo, tuve una experiencia muy interesante: la empresa decidió formar gente, es decir, complementar la formación universitaria, capacitar gente. Entonces tuve la oportunidad de hacer un viaje de casi un año, once meses, a Noruega y trabajar en una universidad donde se había hecho muchísimo sobre investigación de aluminio. Tuve oportunidad de estar trabajando todo un año con gente que en la bibliografía aparecía como la más productora de información del proceso que tiene lugar en la reacción anódica, en la reacción catódica, y en todos los procesos asociados con la producción de aluminio".

Interrogado sobre su desempeño en el programa académico que desarrolló y el apoyo que encontró en su formación académica previa, añadió:

"Desde el punto de vista científico, luego de haber hecho cuatro años de tesis que los tenía muy frescos en ese momento, no tuve ningún problema. Incluso me encontré - por supuesto lo digo con orgullo pero no con petulancia - con un nivel académico muy bueno para el promedio de la gente que trabajaba en el instituto. Era gente que trabajaba mucho en fisico-química en sales fundidas, pero con poca profundidad en la parte de electroquímica y me sentí muy cómodo trabajando en algo que yo aportaba. El tema de trabajo mío era más complejo en la parte de electroquímica y se encaraba más el aspecto físico-químico de la solución que la reacción de electrodos, y yo conozco mucho el tema desde ese punto de vista; o sea, complementé mucho la línea de investigación ya formada. Eso me hizo sentir muy bien y, desde el punto de vista curricular, si se quiere, fue muy interesante por cuanto pude publicar muchos trabajos: cuatro trabajos en un año para mí fue todo un record en cuanto a eficiencia".

Esta opinión confirma: primero, el carácter científico del aprendizaje vinculado a funciones asimilables a las de los grupos de investigación y desarrollo; y segundo, la naturaleza especial del mismo, ya que sólo es posible en la medida en que el ingeniero o el científico que lo realiza posean una sólida formación científica y metodológica. Esta característica, como se observó más atrás, no siempre se requiere en lo que se refiere al aprendizaje tecnológico específico.

Hasta aquí, sin embargo, se ha tratado solamente de puntualizar los aspectos más importantes que permiten conceptualizar lo que se ha denominado como aprendizaje tecnológico específico y científico-tecnológico. En el capítulo siguiente se trata de realizar una discusión más amplia de estos conceptos, integrándolos a otras categorías de análisis utilizadas a lo largo de este trabajo.

NOTAS

1/ Para una discusión detallada de las relaciones entre cambio tecnológico y 'on-the-job-training', véase: Piore, M.J., "On-the-job-training and adjustment to technological change", The journal of human resources, N° 4, 1968.

2/ Ver: Arrow J., "The economic implications of learning by doing", The review of economic studies, N° 29, 1962.

3/ Ver: Katz, J., Importación de tecnología, Aprendizaje e industrialización dependiente, Fondo de cultura económica, México, 1976.

4/ Los resultados de la investigación básica generalmente no son negociables y circulan libremente publicados en revistas científicas.

5/ Al respecto ver: Piore, M.J. Op. cit. p. 437.

6/ Ver: Freeman C., op. cit., p. 26.

7/ Ibidem.

8/ Ver: Katz, J., y otros, Productividad, tecnología y esfuerzos locales de investigación y desarrollo, Programa BID/CEPAL de investigaciones en temas de ciencia y tecnología, BID/CEPAL/BA/23, Buenos Aires, Marzo 1978. Katz, J., Cambio tecnológico, desarrollo económico y las relaciones intra y extra regionales de América Latina, Monografía de trabajo N° 30, BID/CEPAL/BA/36, Agosto 1978. CEPAL, Ciencia y tecnología en América Latina: Diagnóstico Regional y Programa de acción, E/CEPAL/L. 183/Rev. 2, Santiago, Noviembre 1978.

9/ Ver: Katz, J., Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente, op. cit.

V. ESTRATEGIA TECNOLÓGICA Y SENDERO DE APRENDIZAJE EN LA FIRMA

Industrialización, tecnología y recursos humanos en América Latina

Las ideas prevalecientes acerca de cuáles han sido las direcciones principales que asumió el proceso de industrialización en América Latina, han conducido a una relativa simplificación del problema de recursos humanos con capacidad de generación de conocimientos científico-tecnológicos en la región, puesto que normalmente éste ha sido incluido en una discusión más general referida al patrón de crecimiento industrial y sus efectos sobre el empleo.

De tal forma, las ideas y los supuestos con los que se atacó este tema, ocultaron parcialmente las complejidades específicas que envuelve la participación de recursos humanos de alto nivel en tareas de innovación y cambio tecnológico. Conviene pues, ubicar cuál ha sido el marco de referencia utilizado en los enfoques más difundidos, y cuál la ubicación relativa dentro del mismo de estos aspectos específicos.

Como es sabido, la literatura especializada que se ha producido dentro y fuera de la región puso énfasis, desde diversos ángulos, en los efectos negativos que pesan sobre la demanda de mano de obra, en razón de la existencia de un polo industrial relativamente dinámico que se apoya sobre la incorporación de tecnología proveniente de países con mayor grado de desarrollo.

Los argumentos que se desprenden de estos análisis destacan, básicamente, la inadecuación de dicha tecnología a la dotación de factores imperantes en la mayoría de los países de la región. Asimismo, y en íntima conexión con lo anterior, se han señalado las dificultades para incrementar el empleo cuando la economía registra un ritmo sostenido de su tasa de crecimiento. Dado este comportamiento, el objetivo en materia de política laboral resultaría incompatible con las metas de crecimiento y acumulación de capital.

Con respecto al primero de los argumentos comentados, se ha puntualizado que el proceso de incorporación de nuevas inversiones se desarrolla a través de la adopción de tecnologías diseñadas para ahorrar mano de obra, puesto que éste sería, en los países de origen de las mismas, el factor relativamente escaso, y por ende encarecido frente al factor capital ^{1/}. La traslación geográfica de dichas tecnologías a otros contextos económicos, habría inducido una trayectoria escasamente dinámica en la generación de nuevos empleos, porque aquellas no fueron modificadas según las distintas condiciones estructurales que enfrentaban.

En tal sentido, una de las razones indicadas como responsables de que el proceso de sustitución de factores no haya operado en la dirección esperada es, según ciertos enfoques de corte neoclásico, la existencia de una estructura de precios relativos de los factores de producción distorsionada. Así, por ejemplo, las políticas de salario mínimo, al ubicar el precio de la mano de obra por encima de los valores de equilibrio (precio sombra), no habrían permitido que actuaran adecuadamente las señales de precio que provee el mercado, induciendo

la incorporación de tecnología intensiva en capital 2/.

En general, puede decirse que las hipótesis acerca del grado de inadecuación entre tipo de tecnología y dotación de factores, han derivado en un conjunto de explicaciones acerca del por qué estos países no pudieron desarrollar un tipo de cambio tecnológico tendiente al ahorro de capital 3/ o, en suma, por qué han registrado un bajo nivel de actividad inventiva.

Ambos puntos parecen requerir una investigación detenida. En primer lugar porque, tal como se discute más adelante, se hace difícil calificar a priori los alcances del fenómeno de cambio tecnológico cuando éste se opera en un contexto industrial que se desarrolla básicamente por sustitución de importaciones. En tal sentido, la afirmación respecto del ritmo de actividad inventiva, exige ser contrastada con un conocimiento acabado de las formas y envergadura de aquel fenómeno. Y, en segundo término, porque tampoco existe aún suficiente evidencia respecto del papel desempeñado por ciertos sectores de la actividad económica, que resultan claves para comprender el sesgo que adopta el cambio tecnológico en cuanto al ahorro relativo de factores. Así, por ejemplo, es sabido que las dimensiones y nivel de especialización alcanzados por el sector de bienes de capital han ejercido un estímulo importante, en los países desarrollados, para el proceso de cambio e innovación tecnológica 4/. Sin embargo, aún es poco lo que se sabe respecto de la función cumplida por la industria de bienes de capital en América Latina.

Independientemente de las hipótesis explicativas, las ideas subyacentes en esta caracterización son que el proceso de industrialización de los países de la región se ha desenvuelto en un mercado con oferta excedente de mano de obra, en particular, de trabajo no calificado. A su vez se sostiene también que un conjunto de factores de distinta naturaleza, han impedido la transformación y adaptación del flujo de tecnología importada a las condiciones estructurales de estos países.

Ciertamente, la discusión de los argumentos precedentes tampoco se limitó a los aspectos de oferta - tecnología y dotación de factores -, sino que también dio lugar a la elaboración de diversos trabajos orientados a la investigación de variables de demanda. Especialmente cuando el grueso de la atención estuvo dirigido a los problemas de empleo, distribución del ingreso y crecimiento económico.

Aquí el punto de partida de la discusión fue un tanto distinto: si el incremento del producto no se halla acompañado por un aumento equivalente en el número de puestos de trabajo generados en la economía, el desplazamiento positivo de la productividad media de la economía juega negativamente en la faz distributiva, cuando el salario real se mantiene constante.

De allí entonces que se hayan realizado considerables esfuerzos de medición econométrica, tendientes a establecer si la acción sobre la esfera de la demanda - nivel de salarios - introducía efecto alguno sobre la composición del producto y, a través de ello, sobre el ritmo de absorción de mano de obra 5/.

Nuevamente aquí, el razonamiento se apoyó en las formas adquiridas por la difusión del progreso técnico a lo largo del espectro productivo. El diagnóstico

sobre el particular apeló a algunos supuestos adicionales respecto del análisis de selección de tecnología: las relaciones capital-trabajo no son iguales en todas las ramas de la producción. Aquellas con mayor intensidad de capital son las más dinámicas porque se hallan orientadas, directa o indirectamente, a una estructura de demanda propia de los sectores más favorecidos en la distribución; o sea, aquellos de más altos ingresos. Por ello, la aceleración del ritmo de crecimiento tiende, aceptando las hipótesis mencionadas, a la inducción de un sesgo regresivo en la distribución, transformando ambas metas en objetivos de logro excluyente 6/.

Sin embargo, los resultados de algunas de las investigaciones empíricas sobre el particular han demostrado que, aún cuando se procediese a un cambio sustancial en la distribución del ingreso, y por ende en la estructura de la demanda final, los efectos sobre el empleo seguían siendo poco significativos 7/.

En tal sentido, se ponía nuevamente de relieve que la evolución a largo plazo de la demanda de trabajo, se vinculaba primordialmente con las características de la estructura tecnológica del proceso de industrialización seguido, antes que con factores puramente distributivos.

De allí entonces que el interés acerca de la selección de tecnología adecuada, adquisición de paquetes tecnológicos, papel de las empresas multinacionales en la comercialización de activos tecnológicos, etc., tuviera también implicaciones directas para aquellas investigaciones dedicadas al estudio de la situación de empleo a nivel regional.

Ahora bien, las nociones relativas al proceso de industrialización y al tipo de tecnología incorporada a través de activos fijos y procesos de producción importados, fueron complementadas con un conjunto de ideas referidas a las características distintivas de la oferta de trabajo en los países de América Latina.

Los estudios sobre recursos humanos realizados en los primeros años de la década del sesenta, asumieron una caracterización del problema congruente con el diagnóstico en materia de tecnología y dotación de factores. El argumento descansaba sintéticamente en lo siguiente: en sociedades que daban inicio a un conjunto de cambios tendientes a su modernización, la inadecuada oferta de trabajo en el número y las calificaciones requeridas, podía constituirse en una seria restricción a ese 'despegue'. De allí entonces, la necesidad de procurar un ajuste temporal entre oferta y demanda en los distintos submercados de trabajo 8/.

Así, en lo concerniente a mano de obra especializada y técnica, se practicaron evaluaciones y diagnósticos tendientes a obtener un inventario y proyecciones de las mismas. En los terrenos de recursos humanos de nivel superior, se apeló frecuentemente al uso de diversos indicadores que trataban de evaluar las existencias de ingenieros y científicos, efectuando cálculos comparativos acerca de la brecha que, en esta materia, separaba a las economías industrialmente maduras del conjunto de países en desarrollo 9/.

La profundización de los estudios sobre composición cualitativa de los recursos humanos y las preocupaciones sobre su capacidad relativa para satisfacer

la demanda del proceso de industrialización, condujeron a un conocimiento más amplio de la trayectoria de los sistemas educacionales. Ello permitió poner de relieve algunos fenómenos colaterales que habían pasado inadvertidos inicialmente, pero que de todas maneras comportan sumo interés para el análisis de las relaciones entre industrialización y aprovechamiento de los recursos humanos.

Así, desde una perspectiva global del problema, se señalaron las profundas diferencias en cuanto al desarrollo histórico de los sistemas de enseñanza de cada uno de los países y, por ende, la imposibilidad de aplicar generalizaciones que pierden validez frente a contextos nacionales diferenciados.

Además, la región en su conjunto asistió, especialmente a partir de los años sesenta, a una expansión significativa de los sistemas educacionales 10/. De tal forma, la producción de mano de obra con disponibilidad de algún tipo de credencial educacional registró en el período intercensal 1960-1970, un ritmo superior al nivel de absorción ocupacional, especialmente en la industria. Ello determinó, particularmente en ciertos países y ramas productivas, un cambio en la composición del empleo, que se refleja en estructuras ocupacionales con promedios de escolaridad formal más elevados 11/.

Este conjunto de apreciaciones respecto del comportamiento del empleo y el avance de los sistemas educacionales, ha dado pie a la elaboración de ciertas hipótesis en torno a la 'devaluación' de las credenciales otorgadas por la escuela, y la transferencia al mercado de trabajo - principalmente industrial - de ciertas funciones de selección, limitación y discriminación que habían sido consideradas tradicionalmente como patrimonio de la instancia educacional.

Estos elementos y apreciaciones no implican empero que el conjunto de América Latina haya logrado estabilizar y articular integralmente los respectivos sistemas educacionales. Por el contrario, los diagnósticos señalan que, pese al innegable y acelerado crecimiento de matrículas escolares, existen déficit de importancia aún en los términos elementales del problema: analfabetismo, escasa expansión de la escolaridad básica en áreas rurales, fuerte desigualdad en la distribución de los años de escolaridad formal, etc. 12/.

Por ello es que las investigaciones practicadas en aquellos submercados de trabajo donde las relaciones contractuales difieren fuertemente de las que se registran en el polo más avanzado de la economía (mercados informales), encuentran que los miembros de la fuerza de trabajo allí ofrecida, poseen un bajo nivel educativo 13/.

La permanencia de marcados contrastes en el vector de oferta de trabajo, define entonces un mercado laboral que registra una fuerte heterogeneidad de conductas y situaciones, dependiendo no sólo de la calificación formal de sus miembros, sino también del sector de actividad económica con el que éstos se articulan.

De todas maneras, la existencia de los contrastes indicados y la evolución de los sistemas educacionales en el transcurso de dos décadas, permite tomar cierta distancia de las caracterizaciones iniciales, tendientes a identificar la fuerza de trabajo de los países de la región, como un factor de abundante disponibilidad pero débilmente calificado en razón de su carencia de credenciales educacionales.

Es en torno de este punto donde las evidencias observadas comienzan a resultar difícilmente asimilables a las interpretaciones teóricas más generales, referidas tanto al problema de dotación de factores y tecnología, como a los efectos de los mismos en el desarrollo educacional. La idea principal que subyace en el planteo es una noción de ajuste y equilibrio entre los requerimientos del aparato productivo y la evolución de los sistemas educacionales. Sin embargo, la desigualdad en los ritmos de absorción de empleo y expansión educativa, sugiere la existencia de un desarrollo relativamente autónomo de ambos planos, lo cual significa a la vez que la dinámica que envuelve a uno y otro proceso resulta algo más compleja que un simple mecanismo de oferta y demanda.

Parece conveniente entonces, propiciar el examen del papel de los recursos humanos de nivel superior comprometidos en tareas de cambio tecnológico, teniendo en cuenta los dos aspectos más generales anotados en este punto: En cuanto a los primeros, es obvio que estos recursos son un componente de la estructura de oferta de trabajo calificado y, por tanto, se hallan incluidos en un sector del mercado laboral que ha experimentado transformaciones importantes en su composición cualitativa, como producto de la evolución 'autónoma' del sistema educacional ya señalada.

En cuanto al tipo de tecnología incorporada al sector industrial, pareciera que existen dificultades intrínsecas a la estructura tecnológica para la corrección de su sesgo, y además, la que se incorpora continúa proviniendo principalmente del exterior, por cuanto el ritmo de creación tecnológica doméstica no es aún suficientemente vigoroso en estos países.

Ambos puntos remiten a considerar dos interrogantes diferentes que involucran dos posibles aproximaciones al problema.

Si se acepta que el grueso de la tecnología incorporada al sector industrial proviene del exterior y que el flujo de innovación tecnológica doméstica no logra corregir las distorsiones anotadas, ¿puede concluirse válidamente entonces, que lo anterior significa que no se haya utilizado, ni se esté utilizando, la masa de recursos humanos con capacidad de generación de conocimientos científicos y tecnológicos que se encuentra disponible en forma y grado variable según los distintos países?

O, por el contrario, ¿dichos recursos humanos participan efectivamente en un cierto proceso innovativo cuyo desarrollo no es contradictorio con el hecho de que el flujo masivo de incorporación de tecnología recurra a la compra y/o licenciamiento de productos y procesos que tienen origen en países industrialmente avanzados?

Industrialización sustitutiva de importaciones, cambio tecnológico y recursos humanos de nivel superior

Como se observa, los interrogantes planteados contienen cada uno de ellos dos proposiciones antagónicas con respecto al tema de cambio tecnológico y utilización de recursos humanos. El primero asume, a grandes rasgos, que como aquél no existe, o tiene lugar en forma poco relevante, no genera demandas de

conocimiento científico-tecnológico incorporado en los recursos humanos de nivel superior. El segundo, parte de la premisa exactamente opuesta, no obstante lo cual reconoce las características particulares del fenómeno de innovación al que se alude.

Los resultados de las investigaciones específicas ya realizadas autorizan a considerar como hipótesis plausible la existencia de un esfuerzo doméstico de aprendizaje y generación tecnológica en la región 14/. Según los resultados obtenidos, éste sería un fenómeno de características propias, en razón del contexto industrial, y en ciertos países - tales como Argentina, Brasil y México - habría alcanzado una envergadura apreciable.

La revalorización de estos aspectos, que surgen en el plano teórico más general de un alejamiento de la tradición neoclásica acerca de la naturaleza del cambio tecnológico, tiene consecuencias definidas en cuanto a la metodología utilizada para estudiar el fenómeno. Necesariamente, el estudio de la naturaleza del cambio tecnológico que tiene lugar en países en desarrollo, a partir de tecnología importada, el cual ha sido denominado cambio tecnológico menor, transfiere la óptica de análisis a un nivel microeconómico orientado a investigar "cómo y dónde ha ocurrido y por qué no se ha producido en otra parte" 15/. Es por ello que si bien es cierto que se toma esta hipótesis como punto de partida, aun no puede ser evaluada la jerarquía de dicho cambio tecnológico y su contribución efectiva al proceso de crecimiento económico de los respectivos países, puesto que la mayoría de los trabajos han indagado focalizadamente el problema, existiendo sólo algunas investigaciones donde se muestran los efectos más globales del mismo 16/.

Así, tomando como punto de partida de la discusión las características del cambio e innovación tecnológica doméstica que tienen lugar en algunos países de América Latina, corresponde preguntarse cuales son sus implicaciones para el análisis de los recursos humanos de nivel superior, dado que los mismos supone, implícitamente al menos, la utilización de un conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos 17/.

En cierta forma puede decirse que estos aspectos atinentes a recursos humanos de nivel superior, constituyen una fracción del 'lado de oferta' del fenómeno de cambio tecnológico. En el sentido de que aquellos habrían contribuido con su capacidad, conocimientos y destrezas al surgimiento de una actividad tecnológica de características especiales que ha conducido a un flujo peculiar de innovaciones, así éstas sean de carácter menor.

Así como Nathan Rosemberg señala que a lo largo de la historia de la ciencia y la tecnología, las grandes invenciones debieron aguardar los conocimientos que las hicieron posibles, es decir, involucraron un componente de oferta, análogamente puede decirse que la problemática del recurso humano aporta, en principio, el ingrediente de oferta 18/.

La ubicación de los aspectos de recursos humanos junto al problema de cambio tecnológico, abre paso al siguiente interrogante: ¿hasta qué punto el grado de madurez de un determinado sistema educativo, o en particular el sistema de enseñanza superior, puede haber influido en el ritmo observado de actividad tecnológica e innovativa doméstica?.

Ubicándose en una perspectiva tendiente a enfatizar el papel de los mecanismos del mercado, podría encontrarse una respuesta positiva al interrogante planteado. Por ejemplo, si se toma como punto de referencia un submercado específico, sea en este caso el científico e ingenieril, podría suponerse plausiblemente que los países que presentan una tradición sólida en sus respectivas facultades de Ingeniería y Ciencias, serían propensos a exhibir un cierto volumen de oferta excedente de este tipo de profesionales. Este desequilibrio, al expresarse a través del pertinente mecanismo salarial, podría haber inducido una conducta de la demanda favorable a la incorporación de profesionales en razón de su bajo costo. Luego, es probable que se registrase un nivel más alto de actividad innovativa a nivel de las diferentes firmas que siguieron una conducta en tal sentido. El caso de Argentina podría ser rotulado como representativo de la situación comentada.

Por otro lado, el análisis sobre asociación positiva entre ritmo de actividad inventiva y grado de madurez del sistema de enseñanza superior a través de este tipo de enfoques, requeriría la prueba equivalente para situaciones antitéticas.

Sin embargo, y a pesar de que el razonamiento pueda resultar formalmente correcto, la comprobación empírica del caso descripto sería dificultoso.

Mas aún, el inconveniente principal se deriva de dificultades conceptuales y de enfoque; antes que de medición y cuantificación de un cierto fenómeno. Los aspectos aquí discutidos pertenecen a una esfera propia del largo plazo. En ese contexto, asumir que el desarrollo de un proceso social - tal como sin duda lo es el crecimiento de un sistema de formación superior - puede ser explicado como un proceso unívocamente dependiente de mecanismos de mercado, constituye una simplificación excesiva y quizás un tanto inconveniente.

De tal manera, no es en el sentido de la simple dicotomía oferta-demanda como se puede perfilar una respuesta positiva a la pregunta arriba planteada, sino más bien dentro de una comprensión más amplia del problema. Pero, si se parte de la premisa de la existencia de un cierto fenómeno de cambio tecnológico, es legítimo suponer, al menos en el sentido de condición necesaria, que éste ha podido desarrollarse a partir de una cierta disponibilidad de recursos humanos calificados. Lo cual no significa hacer depender el grado de madurez de un determinado sistema educacional del dinamismo de la demanda, sino apuntar en un sentido muy amplio a una suerte de pre-condición de oferta de conocimientos científicos y tecnológicos, incorporados en recursos humanos, que han podido ser transferidos al aparato productivo.

Calidad de los recursos humanos y naturaleza del cambio técnico

Partiendo de esta noción general y sólo aplicable con fines analíticos entre insumo (recurso humano de nivel superior) y producto (cambio tecnológico), cabe preguntarse si el tipo de recurso humano disponible - función a su vez del grado de madurez alcanzado por el sistema de formación - puede haber incidido no ya en el ritmo sino en la naturaleza del cambio técnico operado en estos países. En otras palabras si el carácter mayor o menor de la innovación

puede ser explicado por la cantidad y calidad de los recursos humanos disponibles, en virtud de la relación más arriba anotada. Este argumento también ha sido expresado a veces, apelando a la existencia de ventajas comparativas para la producción de conocimientos científico-tecnológicos. En tal sentido algunos autores sostienen al respecto que en razón de las limitaciones estructurales que enfrentan los países en desarrollo para dimensionar adecuadamente su sistema científico tecnológico, les resultaría ventajoso - en términos de su asignación de recursos - derivar la producción científico-tecnológica a aquellos países que poseen la infraestructura adecuada para hacerlo 19/.

Desde otra perspectiva, Jorge Katz, discutiendo algunas posiciones que tienden a identificar el tipo de cambio tecnológico con la demanda de recursos humanos que genera, pone seriamente en duda esta posibilidad al afirmar:

"(...) resulta muy difícil saber a priori si existen efectivamente diferencias infranqueables de calidad de personal entre los individuos asociados a uno u otro tipo de invención. Parece más razonable suponer que lo que en verdad existe es una decisión empresarial y que en ambos casos la capacidad creativa de los profesionales implicados está dedicada a solucionar problemas objetivamente distintos" 20/.

Conviene analizar más detenidamente este problema por cuanto el mismo bordea otras cuestiones que se tratan más adelante en este capítulo y algunas que han sido estudiadas en el capítulo III, atinente a la funcionalidad de la formación.

El enfoque de J. Katz coincide en principio con los resultados encontrados en la presente exploración. Los determinantes del tipo de cambio tecnológico observado se conectan con razones de índole principalmente económica, las cuales condicionan la dirección asumida por el mismo.

Si tal como se decía al principio de esta sección, la actividad innovativa local se desarrolla sobre la base de patrones tecnológicos que provienen de importación, éstos imponen de hecho la restricción principal que actúa sobre la firma compradora del paquete tecnológico.

Claro está, el reconocimiento de que el flujo de nuevos conocimientos generados en torno del cambio y la adaptación tecnológica menor se desenvuelve a partir de un paquete tecnológico importado, no equivale a explicar por qué el proceso de radicación de nuevas inversiones en los países de la región ha recurrido, en la mayoría de los casos, al 'know-how' importado. En rigor, el análisis de este tema ingresa en otro campo de estudio que requiere una consideración específica y no puede ser tratado dentro de los límites de la presente investigación.

De este modo y consistentemente con la observación de J. Katz, no es correcto afirmar en principio que el tipo de recurso humano disponible es el que determina que una innovación sea mayor o menor, nueva o adaptativa 21/. Los resultados encontrados en la presente exploración, y para el caso de Argentina, no permiten establecer que ésta sea la variable discriminante. Así, por ejemplo, varios miembros de un equipo de investigación y desarrollo de las empresas investigadas, que se encontraban haciendo tareas de aprendizaje e

innovación menor, registraban experiencias de trabajo en el extranjero - Estados Unidos - en firmas que hacían desarrollo e innovaciones de tipo mayor. Parece así más propio pensar que ciertas condiciones estructurales - tales como el nivel de desarrollo industrial, la distancia respecto de la frontera tecnológica internacional y las restricciones que introduce la fase de importación de tecnología - remiten a las empresas a postular actividades adaptativas, puesto que sólo éstas tienen una tasa de retorno proporcional a su capacidad económico-financiera.

Por otro lado, si bien se afirma aquí que la calidad de los profesionales no es una variable determinante del tipo de cambio técnico operado, no se quiere decir con ello que la estructura académica del sistema de enseñanza superior y las especialidades que éste ofrece sean óptimas con respecto a un cierto parámetro de referencia implícito. Tal como se discute en los puntos destinados al análisis de la formación profesional, la estructura actual del sistema podría ser evaluada sobre la base de criterios de 'ajuste' y, en tal sentido, propender a su optimización. Sin embargo, el énfasis puesto en esta sección entre tipo de cambio tecnológico y características del recurso humano, apunta a señalar tan sólo que la naturaleza del cambio tecnológico observado no depende de ciertas características imputables al recurso humano, las cuales le habrían restado la potencialidad necesaria como para transformarse en un tipo de cambio tecnológico 'nuevo y mayor' 22/.

Estrategia tecnológica y absorción de recursos humanos de nivel superior

Ahora bien, si se acepta que no es el tipo (calidad) de recurso humano el que determina la naturaleza de la actividad innovativa local, resulta válido trasladar los interrogantes a otro plano de análisis. ¿Cómo se utiliza el recurso humano de nivel superior en la creación de tecnología? O, en otros términos: dado que esta actividad de generación tecnológica difiere de las formas conocidas en los países de mayor desarrollo ¿cómo se utilizan en este contexto las capacidades disponibles en materia de ciencias e ingeniería?

En principio, esto conduce a revisar, aunque de manera sintética, un texto de índole más general, tendiente a aclarar cómo la teoría económica establecida ha enfocado el problema de cambio tecnológico y, dentro de él, la utilización de recursos humanos con conocimiento y capacidad para modificar la tecnología en uso.

Como es sabido, la esencia de la visión neoclásica que consideraba rígidamente la función de producción como un concepto estático, donde la tecnología venía definida desde fuera del ámbito de la firma, fue trascendida por la aceptación de los modelos de tradición arrowiana del tipo 'learning by doing' 23/. Más recientemente, se ha introducido la idea de que la firma 'gasta' explícitamente en aprender. Esto ha conducido a superar la hipótesis anterior para la cual el flujo de 'know-how' constituía un sub-producto no deliberado de la actividad productiva. Por el contrario, se supone ahora la existencia de una asignación de recursos con el objeto de obtener conocimientos aplicables a la producción, con lo cual la firma puede plantear de hecho un análisis costo-beneficio de esta nueva 'función objetivo', calculando la eficiencia marginal de cada unidad adicional de conocimiento producido.

Sobre la base de estas distinciones resulta interesante investigar analíticamente el problema de absorción de recursos humanos con capacidad ingenieril y en general, con conocimientos científico-tecnológicos.

En rigor, este tema parece estar relativamente claro en el plano teórico en su planteo más simple, es decir, en la versión neoclásica pura del cambio tecnológico, ya que el análisis se desenvuelve en un mundo donde existe un conocimiento perfecto de las posibles alternativas tecnológicas y donde el empresario hace la correspondiente elección de técnicas de acuerdo a los precios relativos de los insumos. En este contexto la utilización del factor trabajo - aun de distintas calidades - es una demanda derivada de las condiciones de maximización. Demanda que por otra parte puede ser satisfecha por un mercado laboral donde también rige la información perfecta 24/.

Sin embargo, tan pronto se abandona la perspectiva tradicional neoclásica y se comienza a mirar el fenómeno de cambio técnico con el enfoque de Arrow, se debilita el aparato analítico anterior porque la firma pasa a 'producir know-how' que demanda, al menos en términos analíticos, alguna elaboración mínima de los conocimientos que tienen origen en la operación diaria de planta. Esto implica la absorción parcial, aunque menor, del tiempo de trabajo de aquellos recursos humanos que se hallan en condiciones de analizar y procesar la información operativa, para transformarla en conocimientos tecnológicos modificatorios de rutinas y prácticas establecidas. Lo cual constituye una utilización de fuerza de trabajo que no se asigna a la producción de mercancías físicas.

Aquí entonces se produce un salto analítico importante respecto del concepto anterior: la demanda de trabajo, especialmente la de aquel con niveles de calificación superior, no puede ser interpretada como una simple demanda derivada de funciones de producción perfectamente definidas e identificables. Es decir, se demandan, en este caso, recursos humanos para producir conocimientos.

Estos aspectos se ven más claramente aún cuando se admite como objetivo explícito de la firma la producción de 'know-how'. La apertura de una gerencia (o departamento) de investigación y desarrollo, asistencia técnica a la producción, etc. supone una decisión empresarial de asignar recursos para 'producir conocimientos', que involucra una demanda de capacidades ingenieriles y 'know-how' científico-tecnológico incorporado en recursos humanos.

Planteado el análisis en estos términos, podría argumentarse que formalmente no existen diferencias con el planteamiento de maximización estática. En ese sentido sería posible afirmar que la demanda de recursos humanos se deriva ahora, no ya de funciones de producción de mercancías, sino de funciones de producción de conocimiento 25/. Sin embargo, esta analogía lejos de aclarar el problema planteado tiende a oscurecerlo porque olvida las fuertes diferencias - externalidades, apropiabilidad, difusión, condiciones de mercado, etc. -, que separan uno y otro tipo de 'funciones de producción'; dificultades que han sido señaladas por la literatura con la intención de marcar los límites en la utilización de un aparato conceptual - el del análisis económico - dentro un terreno - cambio técnico - que involucra problemas esencialmente diferentes 26/.

Conviene empero retener la idea más simple de que la demanda de recursos humanos de nivel superior proviene de una decisión empresarial de mejorar la capacidad tecnológica de la firma, desprendiéndola, en principio, de la noción de demanda derivada de corte neoclásico y no juzgando, por ahora, la envergadura de los objetivos de la decisión microeconómica. Quedan así comprendidas posibilidades extremas que van desde la visión ortodoxa del cambio técnico, en la cual éste es un fenómeno exógeno, hasta las versiones más complejas del mismo, pasando por conceptualizaciones del tipo 'learning by doing'.

Una vez introducidas estas distinciones, puede ser retomada la pregunta inicial respecto de la utilización de recursos humanos de nivel superior en un contexto de innovación y cambio tecnológico.

La primera dificultad a superar para lograr una respuesta a esta pregunta, proviene de lo apuntado más arriba. Precisamente en un contexto como el supuesto, hay diversos caminos posibles para arribar a los resultados finales. Entonces, ¿cómo pueden identificarse analíticamente sus diferencias? y, una vez establecidas sus formas principales, ¿qué situación presentan para la actividad del recurso humano en el que esta exploración se interesa?.

Resulta entonces de sumo interés preguntarse cuáles son los condicionantes de la estrategia tecnológica que influyen sobre la decisión empresarial. O, en otros términos, cuáles son las variables 'argumento' sobre las que la firma diseña su estrategia tecnológica, y la impulsan a lanzar su tarea adaptativa y menor en un sentido y no en otro, o sencillamente la inducen a adaptar e innovar frente a la alternativa, siempre posible, de operar la tecnología en uso sin introducirle modificaciones.

La búsqueda de una respuesta consistente a esta pregunta central: ¿cuáles son los determinantes y la dirección asumidos por el cambio tecnológico en un contexto que ha operado por una primera fase de incorporación de técnicas que provienen de países de mayor desarrollo? ha constituido el núcleo del Programa BID/CEPAL de investigaciones en temas de ciencia y tecnología 27/.

Precisamente, las diversas investigaciones practicadas sobre el tema han consistido en un ejercicio tendiente a identificar variables explicativas de la estrategia tecnológica seguida por la firma. Se ha ampliado así significativamente la versión reducida contenida en el enfoque neoclásico, consistente en atribuir al empresario la función de 'seleccionador de técnica' frente a un conjunto de precios relativos.

En rigor, la firma encara una búsqueda más amplia de alternativas técnicas, indagando y buscando nuevos diseños, optimizando procesos, adaptando insumos. Los factores que inciden en la dirección de la búsqueda y que definen en aquella medida la magnitud del esfuerzo empresarial comprometido en la estrategia tecnológica, son los mismos que afectan la estructura ocupacional de la firma los cuales fueron señalados en el capítulo III sobre la funcionalidad de la formación y que se definieron como económicos, tecnológicos e institucionales.

Sobre la base de la interacción del conjunto de variables que opera en los distintos órdenes indicados que se traduce en una decisión empresarial en materia de

estrategia tecnológica, se define una demanda asociada de recursos humanos con las calificaciones específicas necesarias, la cual constituye la estructura de funciones científico-tecnológicas que la firma habrá de asignar a su estrategia de cambio tecnológico.

Sin embargo, conviene introducir analíticamente algunas distinciones por cuanto el sendero de aprendizaje transcurre en el tiempo y, por tanto, se trata de un proceso dinámico 28/.

Puede decirse entonces que la decisión empresarial involucra, explícitamente o no, una evaluación costo-beneficio de un determinado objetivo a ser alcanzado; naturalmente, en un contexto de riesgo e incertidumbre. De la misma forma, y siempre como decisión 'ex-ante' aparece la necesidad de absorber ciertos recursos ingenieriles en posesión del 'know-how' científico-tecnológico que se supone son necesarios para llevar a cabo el objetivo propuesto.

Por ahora, y a efectos de ampliar los conceptos anteriores, obsérvese que no se han deslizado calificativos respecto de la naturaleza del objetivo contemplado por la estrategia tecnológica. Este puede ubicarse en un amplio espectro que va desde la introducción de algún método de control de calidad de la producción, hasta la posibilidad de realizar modificaciones esenciales en un determinado proceso productivo.

Volviendo nuevamente sobre el tema de la demanda de recursos humanos, debe repararse que la misma se vuelca al mercado en un proceso que reviste características que conviene examinar con cierto detalle:

i) Normalmente la firma enfrenta grandes dificultades derivadas de la poca transparencia que caracteriza a este mercado.

ii) Posee, en la mayoría de los casos, definiciones muy generales que utiliza como criterio de reclutamiento, las cuales pueden resultar inadecuadas para enfrentar un mercado donde lo esencial es que la oferta se halla constituida por productos no homogéneos. Así por ejemplo, puede especificarse como pauta orientadora de la demanda, la necesidad de incorporar un ingeniero químico con conocimiento sobre tecnología del calor. Sin embargo, el conjunto de ingenieros que satisface el requisito se diferencian en múltiples aspectos: pueden no pertenecer a la misma universidad, se graduaron en diferentes años, poseen diversas experiencias profesionales, etc.

iii) La contratación de este tipo de fuerza de trabajo posee, además, otra característica distintiva. La incorporación de este tipo de recurso se decide en principio sobre la base de que posee ciertos conocimientos y aptitudes que se suponen son de disponibilidad inmediata. Así, por ejemplo, podría decirse que el ingeniero químico especialista en tecnología del calor comentado ilustrativamente en el punto anterior es reclutado, en principio, sobre la base de la existencia de un consenso relativamente establecido respecto del nivel de conocimientos que alcanza, en promedio, un profesional que posee esta especialización tecnológica. Pero, por otro lado, el reclutamiento de mano de obra con este tipo de calificaciones y que habrá de estar afectada a una cierta estrategia tecnológica, se decide también por la generación

potencial de conocimientos. Constituye, en este sentido, una decisión tomada en condiciones de incertidumbre y, desde el ángulo de la economía del fenómeno, resulta análoga a la realización de una inversión, cuya rentabilidad dependerá de la aplicabilidad de ese conocimiento potencial 29/.

Esta decisión empresarial de contratar recursos humanos cuyo rendimiento es potencial, se deriva de la circunstancia más general apuntada anteriormente, respecto de que toda asignación de recursos en favor de una estrategia tecnológica reviste el carácter de decisión bajo riesgo, puesto que el proceso de búsqueda de nuevos conocimientos científico-tecnológicos es, en sí mismo, aleatorio.

El examen de las características ii) y iii) comentadas, contribuye a explicar por qué ciertos tipos de estrategias tecnológicas pueden diferenciarse, en cuanto a la calidad del recurso. Asimismo, por razones que exceden la especialización formal que brindan las diversas ramas de la ingeniería y las ciencias.

Así, tomando en cuenta las diferencias que imponen las estructuras académicas de formación y el carácter heterogéneo de estos recursos, no sólo corresponde examinar la composición de un elenco de ingenieros y/o científicos desde el ángulo de su especialización formal universitaria, sino también de sus experiencias académicas y laborales posteriores. Volviendo una vez más al ejemplo ya citado, puede pensarse que la formulación de una demanda por un ingeniero químico especializado en tecnología del calor, habrá de introducir algún elemento adicional que permita discernir y optimizar la funcionalidad del profesional a incorporar, una vez que ha sido acotado el conjunto de individuos que satisfacen la definición general contenida en dicha demanda.

En rigor este es un problema que está ligado a una evaluación de las dificultades específicas que plantea la estrategia tecnológica en la que se piensa ubicar la firma. Si de esta evaluación surge que la meta propuesta se encuentra muy por encima del promedio de los conocimientos atribuidos y disponibles, la firma elevará el nivel de exigencias - acotando por ejemplo el tipo de experiencia profesional - y haciendo implícitamente con ello, una evaluación de riesgo: un incremento de las normas de calidad exigidas tiene mayor probabilidad de éxito, puesto que permitiría incorporar al individuo con capacidad de transformar los conocimientos y las aptitudes que potencialmente posee en conocimientos efectivamente disponibles. Es por ello que, desde este punto de vista, es admisible encontrar diferencias en la calidad - medida por algún criterio, tal como: antecedentes de formación, creatividad, etc. - cuando se estudia detalladamente la composición de diferentes elencos de ingeniería en diversas plantas industriales y en grupos de investigación y desarrollo.

Una forma alternativa de encarar este problema es considerando los aspectos de producción de nuevos conocimientos que requiere la adopción de una cierta estrategia tecnológica. En este sentido es ilustrativo apelar a la discusión que efectúa Salter 30/, acerca de la naturaleza del conocimiento científico-tecnológico y su distancia respecto del 'mundo de la producción'. Según este autor dicho 'cuerpo de conocimientos' se encuentra en diferentes planos de formulación, que difieren respecto de su proximidad a la producción. Por un lado, se encuentra el conocimiento ligado a los principios físico-químicos del fenómeno. A otro nivel se halla el campo de las disciplinas aplicadas, es

decir aquellas que tienen que ver con la transferencia de aquellas leyes científicas más generales a la producción. Y, finalmente las que provienen de la elaboración del conjunto de informaciones y experiencias que surgen de la operación productiva de las tecnologías en uso.

Aceptando analíticamente estas distinciones puede afirmarse en forma análoga, que toda estrategia requiere transitar por algún o algunos de los planos indicados anteriormente, con lo cual el tipo de recurso humano a incorporar se define también por el nivel o distancia relativa respecto de los conocimientos que se hallan disponibles y que surgen de las tecnologías en uso.

Por ejemplo, sea el caso de un productor local que haya adquirido por vía de licencia un cierto proceso de producción y decida optimizar los rendimientos de la capacidad productiva instalada. Un primer camino posible, consiste en efectuar diversos ajustes ingenieriles en la tecnología comprada: estudio de tiempos y movimientos, modificaciones menores en el proceso, adaptación de maquinarias e insumos, etc. Sin embargo, otra estrategia perfectamente realizable, aunque en términos micro-económicos implica una asignación muy diferente de recursos, podría llevar al estudio del proceso adquirido, comenzando por los fundamentos científico-tecnológicos sobre los cuales éste opera, sin descuidar, si es que ello fuera necesario, la tarea ingenieril involucrada en el primer camino indicado. En este segundo caso, la conducta observada puede estar justificada no sólo por el objetivo de obtener desarrollos importantes al nivel de aquellos principios científicos más generales - meta que posee una escasa probabilidad de éxito y que puede resultar altamente costosa -, sino también por la intención de contar con un flujo de conocimientos que sirva de apoyo a las tareas ingenieriles que se realizan en otros sectores de la firma. O también para ubicar al productor local en una mejor posición compradora toda vez que se decida a desagregar el contenido tecnológico de una nueva licencia.

La elección de una u otra estrategia tecnológica, genera pues, diversos senderos de aprendizaje, los cuales requieren, por razones que se derivan de la naturaleza del plano del conocimiento en que aquella tiene lugar, recursos humanos cuyas diferencias residen no sólo en especializaciones profesionales marcadamente distintas (ingenieros mecánicos, electrónicos, industriales, licenciados en química, etc.), sino también en los conocimientos y la formación metodológica necesarios para enfrentar problemas ligados a la investigación científica.

Estas distinciones respecto de las estrategias tecnológicas posibles y de los diversos senderos de aprendizaje al que se hallan asociadas, pueden contribuir a explicar parcialmente las diversas opiniones - manifestadas por empresarios, científicos e ingenieros - respecto del aparente 'trade-off' existente entre una formación que despierta la capacidad especulativa del individuo, asociada a una buena disciplina en el método científico, y una formación que brinda un mayor grado de disponibilidad del conocimiento tecnológico aplicado y de índole específica.

Si se descarta la posición de los extremos, es decir, por un lado aquella que sostiene que sólo se requiere el conocimiento de los principios teóricos de la ciencia, y por otro, la que considera que en la industria se demanda conocimiento tecnológico específico y que el resto representa un 'costo evitable', ciertamente es necesario reconocer que el espectro de la demanda de

conocimientos y aptitudes formuladas a la formación universitaria es muy amplio. En este sentido, es posible observar que lo que la firma identifica en algunos casos como un costo privado excesivo, porque invierte en la formación de un recurso que debiera contar con conocimiento disponible y previamente adquirido en la etapa universitaria, puede no ser tal, sino deberse a que su demanda de recursos humanos no se ajustó al tipo de estrategia tecnológica seguida. Lo cual no niega la existencia de los problemas objetivos que plantea la formación de profesionales en ciencias e ingeniería, tal como se ha planteado más arriba.

En consecuencia, y a modo de síntesis sobre el problema de demanda de recursos humanos de alto nivel, se observa que es importante tener presente que no son sólo factores tales como el grado de transparencia del mercado y la no homogeneidad del recurso humano, los que se hallan presentes detrás de la acción de la demanda. Las características intrínsecas que residen en esta fuerza de trabajo especial, la connotación de riesgo que asume su reclutamiento para toda firma, y, finalmente, el plano del conocimiento científico-tecnológico donde le corresponda actuar, en razón de la estrategia tecnológica elegida, son también aspectos que influyen en forma más o menos explícita sobre la conformación de un equipo de ingeniería y/o de científicos dedicados a tareas de cambio técnico. De ahí que en razón del conjunto de aspectos y mediaciones señaladas, sea conveniente referirse a este fenómeno como demanda de recursos humanos asociada a un sendero de aprendizaje y no tan sólo una simple demanda derivada. Enfatizando con ello las muy diversas formas de producir el 'know-how' que requiere la estrategia tecnológica-científica.

Es sólo a través de esta multiplicidad de formas, como puede comprenderse una actividad de generación menor de tecnología, donde las características estructurales de las sociedades donde tiene lugar, obligan a la adopción de conductas tecnológicas y de utilización de los recursos humanos que difieren de los cánones tradicionales.

Sendero de aprendizaje y funciones científico-tecnológicas

En la discusión precedente existe un orden de causalidad explícito: la estrategia empresarial en materia tecnológica define, en un contexto que contiene diversas restricciones, el conjunto de funciones científico tecnológicas sobre las cuales se habrá de asentar el sendero de aprendizaje.

Tal como se ha visto, esa estrategia empresarial supone una decisión 'ex-ante' en materia de cambio técnico, que trae aparejado un cálculo costo-beneficio de la adaptación y modificación tecnológica, realizado en la mayoría de los casos, en forma tácita.

Análiticamente corresponde suponer entonces, especialmente cuanto más explícita es esta estrategia tecnológica, que existe una definición de la estructura de demanda de conocimiento científico-tecnológico congruente con la estrategia elegida. Según estos criterios se establece: el número de puestos, sus tareas específicas y los requisitos que se consideran indispensables para el ejercicio de las mismas.

En cambio, el sendero de aprendizaje se construye en el tiempo. Así, mientras la estructura de las funciones científico-tecnológicas - en términos de la cantidad y tareas asignadas - se establece de antemano y a los efectos de alcanzar un objetivo probable, el sendero de aprendizaje se desarrolla dinámicamente. Es decir, se configura a medida que los conocimientos y aptitudes potenciales del recurso humano se traducen en un 'know-how' disponible.

Por disponibilidad no quiere significarse el hecho de que el flujo de conocimientos generados sea aplicable a la producción. Sino, en principio, que los mismos posean apropiabilidad para la firma, es decir que sean un 'producto' diferenciable del recurso humano que lo ha generado. Lo cual requiere no sólo que revistan una forma externa propia e identificable de por sí (informes de investigación, memorias técnicas, prácticas productivas establecidas), sino además que posean el grado de elaboración que los define como una 'unidad de producto-conocimiento' y que permitan satisfacer el requisito propio de toda mercancía: valor de uso. Por ello, la apropiabilidad de este valor de uso no depende de su cristalización o no en una determinada tecnología o proceso de producción, por cuanto este conocimiento puede ser un insumo de otro 'know how' aplicable a la producción sólo en una etapa posterior.

Por otro lado, esta conceptualización explica el porqué resulta difícil encuadrar aun desde el ángulo estrictamente económico, a un proyecto de investigación científico-tecnológico en la industria dentro de la categoría éxito-fracaso. En rigor, cuando el resultado fracaso posee la demostración científica pertinente, puede ser considerado como un insumo más o menos directo de un proyecto que se rotula como exitoso.

En este sentido resultan ilustrativas las declaraciones de un miembro de un laboratorio de investigación y desarrollo, respecto de estas instancias en la generación del conocimiento y en la difícil distinción entre éxito y fracaso.

"(...) Lo primero que existe es, evidentemente, una idea. Alguien tiene una idea. Ahora bien, como la mayoría de las ideas son absurdas, como la mayoría de los resultados son fracasos, (es lógico que la mayoría de las ideas no sirvan porque si no todo estaría resuelto), es necesario el tamiz de la idea. Cuando yo pienso que esto realmente sirve, por tales y cuales premisas, y me parece que puede ser interesante, quiero saber qué piensa el resto de la gente y quiero saber si yo pienso lo mismo quizá dentro de una semana, o dentro de un mes. Puesto que, a lo mejor dentro de un mes, hay otros factores que obligan a revisar mi posición primitiva porque he detectado algo que me indicaba que aquello que pensaba que era interesante, en realidad no es tan interesante. Una vez que se cumple esa etapa de tamiz, vamos a definirla así de tamiz de la idea, viene otra etapa posterior que consiste en la búsqueda de antecedentes. Esta idea que tenemos, la tuvimos nosotros, pero puede haber ocurrido que alguien la haya tenido hace 30 años atrás. Una vez que está depurada la idea, viene la otra etapa, que sería la de elaboración del proyecto o del diseño. En esa etapa participan muchas personas porque es necesario encontrar caminos más cortos. Yo puedo tener una idea pero otra persona que está al lado mío opina que modificando el

recibido en un 30% gana, quizás, un 60% en conjunto. Es necesaria la opinión de varios y como estas cosas no salen generalmente de entrada o no son tan simples, sobre la marcha hay cambios constantes. Por eso, les decía antes que es mayor la cantidad de operaciones fallidas que las que dan bien. Eso significa que el profesional que después sigue personalmente el tema, o el proyecto, ese profesional debe aportar cosas porque es él, con sus propios ojos, quien está viendo lo que está ocurriendo en un recipiente, es el que está en contacto con el experimento".

En consecuencia, aceptando esta caracterización de unidad de producto-conocimiento como valor de uso susceptible de ser apropiado por la firma, sólo podría contabilizarse como pérdida aquella asignación de recursos invertida en un proyecto que haya demostrado no ser insumo, directo ni indirecto, de ninguna elaboración posterior 31/ 32/.

Otro aspecto ligado a la generación de este 'out-put' tan específico y que se halla contenido en la opinión anterior, tiene que ver con las condiciones en que se lleva a cabo este proceso de trabajo.

Cuando la estrategia tecnológica de la firma es lo suficientemente explícita y adopta cierta envergadura, el conjunto de puestos de trabajo asignado a aquélla reviste una forma organizativa identificable: gerencia técnica, departamento de investigación y desarrollo, etc. Lo cual implica que no puede concebirse a aquellos puestos como unidades de acción independientes, sino en permanente interacción. Esto permite observar algunos elementos de interés:

i) La interacción intragerencial o intradepartamental (dentro del área de investigación) es necesaria al proceso de elaboración del conocimiento, intercambio de la información, etc. Por ello es que, excepto en contados casos, la unidad de producto-conocimiento a la que se ha hecho referencia, reviste una forma de generación colectiva. Lo cual, más allá de calificar este atributo, señala que existe como contrapartida una esfera de problemas específicos, propios de la conducción y armonización de estos elencos de ingeniería y equipos de investigación, puesto que se trata de coordinar la acción de personas en un resultado conjunto.

ii) Asimismo la complementariedad de las funciones que surgen naturalmente al desarrollarse una dinámica de trabajo grupal, explica por qué los criterios de reclutamiento donde se fijan patrones de conocimiento y experiencia profesional surgen en la mayoría de los casos, endógenamente a los niveles de conducción de estos equipos y no desde las gerencias de personal. Cuanto más especializada es la búsqueda y más perfecta la complementariedad de los recursos humanos reclutados, se hace más evidente que la formulación específica de la demanda sólo puede ser realizada por científicos o ingenieros de similares niveles de capacitación y experiencia profesional.

iii) Sea tanto por la naturaleza potencial de su rendimiento tal como se ha señalado, como por el proceso de trabajo en el cual se hallan comprometidos o por la especificidad de la formación, la relación de estos elencos de

ingeniería e investigación con los sectores de planta, puede asumir ribetes conflictivos o derivar en marcados problemas de incomunicación entre las dos áreas. Sin embargo, sea por el carácter colectivo de las tareas o porque una buena proporción de las informaciones que se manejan en un grupo de ingeniería y/o de investigación y desarrollo provienen del área de planta, la circunstancia apuntada no sólo implica dificultades de integración de personal, sino limitaciones objetivas que pueden obstaculizar el proceso de trabajo de uno y otro sector. La detección de este problema en una de las empresas exploradas, condujo al diseño de rotaciones periódicas de puestos que venían siendo evaluadas como beneficiosas. El traslado de ingenieros de planta al grupo de investigación y desarrollo le brindaba a aquéllos la posibilidad de comprender más de cerca el porqué de los programas de investigación que se llevaban a cabo y les ofrecía simultáneamente la oportunidad de salir de la rutina de un puesto que exige normalmente muy poco de su capacitación tecnológica. Inversamente, a los investigadores les reportaba la ventaja de aproximarse al mundo de planta y, a la vez, les facilitaba la comprensión de las dificultades reales de detener el proceso productivo para hacer una cierta prueba que requiere el equipo de investigación y desarrollo.

Asimismo, unos y otros se aproximaban a través de esta experiencia, a la utilización de un lenguaje común, ensayando además la posible versatilidad para cubrir eventuales vacantes mediante el traslado de profesionales de una y otra área.

Por otro lado, existe un aspecto interesante al analizar el tema de la interacción de éstas áreas tan disímiles en el contexto de una firma, y que surge de la evaluación de las actividades de un grupo de investigación y desarrollo.

Las características indicadas al principio de este parágrafo, hacen que no sea una tarea sencilla la evaluación de un grupo de investigación y desarrollo o de un área de la firma dedicada a producir conocimiento. La virtual inexistencia de resultados mensurables, la difícil identificación entre 'insumo' y 'producto-conocimiento' o entre insumo y fracaso, configuran elementos que deben ser tomados en cuenta por la estrategia empresarial, e incorporados en los criterios de evaluación de resultados de este tipo de experiencias. Una difusa percepción respecto de la naturaleza del proceso de trabajo que involucra la generación de conocimiento científico-tecnológico y la búsqueda de aplicaciones productivas, puede llevar a la traslación de criterios de toma de decisiones que son adecuados para las áreas de producción pero francamente inapropiados en este contexto. De esta forma, puede aflorar una estrategia más conservadora en materia tecnológica, si es que no se ha percibido inicialmente la dosis de riesgo que involucra la actividad, o si inoportunamente se formularon expectativas más optimistas en torno de la rápida utilidad del conjunto de 'know-how' producidos.

Este tipo de actitudes y las consecuencias naturales en las que derivan, pueden encontrar condiciones objetivas de fortalecimiento en el seno de una comunidad empresarial que ha estado acostumbrada a la licencia y compra de tecnología, habiendo invertido escasamente en el desarrollo local de la misma. Contexto que, como es obvio, es el que subyace detrás de esta exploración.

iv) El carácter aleatorio de la investigación tecnológica señalado en el párrafo anterior, tiene repercusiones más amplias sobre la estrategia empresarial, al poner de manifiesto el elemento dinámico de todo sendero de aprendizaje.

Así, y según se ha visto, es posible que una cierta estrategia tecnológica ubique inicialmente a la firma en un determinado nivel - en el sentido de Salter - del conocimiento científico-tecnológico, definiendo en forma consistente con ello los puestos y el tipo de recurso humano reclutado. Sin embargo, el mismo proceso de búsqueda puede desplazar positivamente los requerimientos iniciales en términos de recursos humanos y financieros, enfrentando a la firma a la disyuntiva de aumentar la inversión en su equipo de ingeniería o estancar sus esfuerzos en la materia, aun al costo de perder los resultados obtenidos a esa altura del desarrollo 33/.

v) Finalmente, observando el carácter colectivo de la generación del 'out-put' tecnológico y los distintos niveles en que el mismo puede estar ubicado, es posible encontrar situaciones donde la firma desarrolle diversos contactos con instituciones (institutos de investigación, universidades, etc.) o firmas, locales o del exterior, con la intención de intercambiar información. Precisamente, la naturaleza científica y relativamente distante de las técnicas productivas utilizadas de dicha información, puede favorecer esta apertura sin que ello tenga repercusiones en términos de la apropiabilidad del conocimiento generado.

NOTAS

1/ La idea de que la dirección del cambio tecnológico en las economías occidentales estuvo orientada al ahorro de mano de obra como respuesta a una modificación en el precio relativo de los factores, cobra cuerpo en la obra de J. R. Hicks, The Theory of Wages, MacMillan Co, Londres, 1932 (véase especialmente, págs. 124-5). Afirmaciones similares pueden ser ubicadas en los numerosos trabajos que recogieron el argumento central del planteo: el cambio técnico se orienta a la sustitución del factor encarecido. Véase, por ejemplo, N. Kaldor, Essays on Economic Stability and Growth, Ducworth, Londres, 1960.

2/ Una crítica a los supuestos de este análisis y un enfoque alternativo del tema son expuestos por Frances Stewart en "Choice of Technique in Developing Countries", en Charles Cooper ed. Science, Technology and Development, Frank Cass, Londres, 1974.

3/ Por ejemplo, los estudios que mediante el uso de funciones de producción y cálculos de elasticidad de sustitución de factores, intentaron medir el tipo de tecnología adoptada de acuerdo a la constelación particular de precios relativos. Un comentario sobre estos trabajos y las limitaciones que envuelve su metodología puede verse en J. Gaude "Capital-Labour Substitution Possibilities: a Review of Empirical Evidence", en A.S. Bhalla ed. Technology and Employment in Industry, ILO, Ginebra, 1975.

4/ Nathan Rosenberg es quien discute específicamente este punto, señalando que todo tipo de innovación en el área de bienes de capital representa, en términos analíticos, una reducción de los requerimientos del stock total de capital de una economía. Su hipótesis es que las posibilidades de cambio tecnológico en este sector se hallan condicionadas por el nivel de especialización y extensión del mercado. Luego, la escasez de capital en los países de menor desarrollo habría sido doblemente restrictiva: por un lado, habría dificultado las posibilidades de acumulación; por otro, se habría constituido en una limitante de las posibilidades de cambio técnico en el sector de bienes de capital. Véase, de este autor, "Capital Goods, Technology and Economic Growth", en Perspectives on Technology, Cambridge University Press, 1976.

5/ Diversos trabajos realizados por la OIT se inclinan hacia la hipótesis comentada: "Towards full Employment", Ginebra, 1970; "Matching Employment Opportunities and Expectation: a Programme of Action for Ceylon", Ginebra, 1971; "Employment, Income and Equity in Kenya", Ginebra, 1972. Otras investigaciones se ubican en una posición más crítica de la misma; véase por ejemplo, V. Tokman, "Distribution of Income, Technology and Employment: an Analysis of the Industrial Sectors of Ecuador, Peru and Venezuela", en World Development, October-December, 1974.

6/ Aun cuando en términos de los supuestos utilizados el argumento es formalmente correcto, su verificación empírica encontraría resultados diversos según los países, dadas las diferencias existentes en la estructura industrial

y el patrón distributivo. Así por ejemplo, A. Canitrot y Pedro Sebess estudiando el comportamiento del empleo en la Argentina entre 1960 y 1970, encuentran que las ramas dinámicas de la industria han ganado participación en el empleo del sector, pese a que incrementaron su productividad a un ritmo superior que el subsector vegetativo. Véase, de estos autores, "Algunas características del comportamiento del empleo en la Argentina, 1950-1970", Desarrollo Económico, vol. 14, N° 53, abril-junio 1974.

7/ Tokman, Víctor, op. cit.

8/ Véase, por ejemplo, Educación, recursos humanos y desarrollo en América Latina, CEPAL, Naciones Unidas, Nueva York, 1968.

9/ Para el caso de Argentina se encuentran varios trabajos practicados dentro de la orientación general indicada: Secretaría del Consejo Nacional de desarrollo, Educación, recursos humanos y desarrollo económico-social, Buenos Aires, Argentina, 1968; Centro de investigaciones económicas del Instituto Torcuato Di Tella, Los recursos humanos de nivel universitario y técnico en la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 1963; Juan Sommer, La Disponibilidad de profesionales universitarios en Argentina, OEA, Washington, 1971.

10/ El crecimiento de los sistemas educacionales en América Latina es un fenómeno complejo, tanto por su envergadura como por los múltiples factores de la estructura social que actúan detrás de este proceso expansivo. Véase por ejemplo, Carlos Filgueira, Expansión educacional, y estratificación social en América Latina, (1960-1970), UNESCO-CEPAL-PNUD, proyecto "Desarrollo y educación en América Latina y el Caribe", DEALC/4, julio 1978 Reimpr. 1, CEPAL-ILPES, Enseñanza media y estructura social en América Latina, Naciones Unidas, E/CN 12/924, INST/S 7/L. 1.

11/ Juan C. Tedesco, Educación e industrialización en la Argentina, UNESCO-CEPAL-PNUD, proyecto "Desarrollo y educación en América Latina y el Caribe" DEALC/1, junio 1978, Reimpr. 2. Del mismo autor, véase, Industria y educación en El Salvador, UNESCO-CEPAL-PNUD, proyecto "Desarrollo y educación en América Latina y el Caribe", DEALC/9, noviembre 1978, Reimpr. 1.

12/ UNESCO-CEPAL-PNUD, proyecto "Desarrollo y educación en América Latina y el Caribe", informe sobre la "Situación educacional de la infancia y la juventud en América Latina y el Caribe", inédito.

13/ Programa regional del empleo para América Latina y el Caribe, Situación y perspectivas del empleo en El Salvador, Santiago de Chile, PREALC, 1975 (2 vol.).

14/ La referencia incluye específicamente el conjunto de monografías realizadas por el Programa BID-CEPAL de investigaciones en temas de ciencia y tecnología.

15/ Morawetz, "Employment Implications of Industrialization: a Survey". The Economic Journal, vol. 84, setiembre 1974.

16/ Jorge Katz y Eduardo Ablin, "Tecnología y exportaciones industriales: un análisis microeconómico de la experiencia argentina reciente", en Desarrollo Económico, vol. 17, Nº 65, abril-junio 1977.

17/ Los nuevos terrenos de análisis que surgen para el estudio de la problemática de recursos humanos, una vez que se ha adoptado esta óptica de enfoque sobre cambio tecnológico han sido discutidos en otro trabajo que forma parte de esta investigación. Véase, Carlos Filgueira y Jorge Vivas, Aprendizaje, innovación tecnológica y recursos humanos de nivel superior, Primer Borrador, enero 1979.

18/ N. Rosemberg, Perspectives on Technology, Cambridge University Press, Londres, 1976, especialmente el artículo "Science, Technology and Economic Growth".

19/ En general, los autores ubicados en una línea schumpeteriana han indicado la existencia de una asociación entre calidad del recurso humano y naturaleza del cambio técnico. Por ejemplo, S. Kuznets, "Inventive Activity: Problems of Definition and Measurement", en R. Nelson, ed. The Rate and Direction of Inventive Activity, NBER, Princeton, 1962. Una extensión de este enfoque lleva a sostener, argumentando ventajas comparativas en la producción científico-tecnológica, que los países de menor desarrollo relativo no deberían asignar recursos en esta materia. Véase, R.S.Eckaus, "Notes on Invention and Innovation in Less Developed Countries", American Economic Review. Papers and proceeding, Mayo 1966. Para una crítica a esta posición véase, J. Katz y R. Cibotti, Marco de referencia para un programa de investigación en temas de ciencia y tecnología en América Latina, B/O/CEPAL/BA/10, noviembre 1976.

20/ Jorge Katz, Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente, Fondo de cultura económica, 1976.

21/ La salvedad introducida en la afirmación responde al hecho de que las formas en que se produce ese cambio tecnológico y aprendizaje local son múltiples y cada una de ellas lleva asociada un tipo de demanda específica en materia de recursos humanos de nivel superior. Véase más adelante, "Estrategia tecnológica y absorción de recursos humanos de nivel superior".

22/ La distinción 'nuevo y mayor' se utiliza en el sentido en que lo hace Jorge Katz, Industrialización ... op. cit.

23/ En el primer caso, la idea central es que el 'estado del arte' permite poner a disposición de la firma un sin número de alternativas tecnológicas a través de las cuales producir. Luego, entre los diferentes métodos productivos - todos igualmente eficientes desde el punto de vista tecnológico - la firma selecciona aquél que se adecúa a los precios relativos de los factores vigentes en el mercado.

24/ Para el análisis de este tema puede consultarse, Belson Fleisher, Labour Economics: theory and evidence, Prentice Hall, Nueva York, 1970.

25/ Repárese que la discusión recoge la idea subyacente de que se trata de firmas industriales y, por tanto, productoras de bienes. Queda excluido el caso de las firmas de ingeniería.

26/ Sobre este tema véase el trabajo de J.E. Stiglitz On the micro-economics of Technical Progress, presentada al seminario del Programa BID-CEPAL de investigaciones en temas de ciencia y tecnología, Buenos Aires, noviembre 1978.

27/ Véase por ejemplo, el Documento Marco de referencia ... op. cit. donde estan expuestos los objetivos del Proyecto y el fundamento teórico de los mismos.

28/ Por sendero de aprendizaje se entiende el conjunto de conocimientos disponibles para la firma, como producto de la labor desarrollada por los recursos humanos que se desempeñan en funciones científico-tecnológicas dentro de la misma. Véase, más adelante, el punto referido a Sendero de aprendizaje y funciones científico-tecnológicas.

29/ Más adelante se discute los alcances de la expresión 'aplicabilidad del conocimiento'.

30/ Salter, W.E.G. Productivity and Technical Change. Cambridge University Press, segunda edición, 1969.

31/ Aun así quedaría por demostrar que el mismo no ha contribuido a desplazar la frontera de conocimientos que poseían los diversos recursos humanos afectados al mismo. Puesto que, en caso contrario, admitirían ser comprendidos dentro de un concepto más amplio de insumo indirecto. Además quedaría por introducir la distinción privado-social del éxito o fracaso, puesto que lo que resulta fracaso desde el punto de vista privado puede no serlo desde el punto de vista social.

32/ De manera análoga resulta difícil evaluar el costo de producción del conocimiento una vez que éste ha sido aplicado a la producción puesto que sería necesario imputar en el mismo el valor de aquellos insumos directos e indirectos.

33/ Pese a que la situación descripta no es frecuente, y tampoco se ha registrado en ninguna de las empresas investigadas, se ha encontrado un caso análogo al comentado. En éste, una información incompleta respecto de lo que ocurría en la frontera tecnológica internacional y una apreciación incorrecta de los recursos de la firma, había conducido al equipo de investigación y desarrollo a plantear metas que se encontraban muy por encima de las posibilidades tecnológicas de la firma, lo cual derivó en una estrategia con escasa probabilidad de éxito y por ende altamente costosa. Por ello es que, una vez que se hubo apreciado la situación con elementos más precisos, se operó un proceso de redefinición de las metas del equipo de investigación y desarrollo, aunque las mismas no introdujeron repercusiones significativas en términos del número y la formación requerida para este elenco.

VI. FORMACION UNIVERSITARIA, MOVILIDAD EN LA FIRMA Y MODELOS DE APRENDIZAJE

En otras secciones de este trabajo se discutieron la funcionalidad de la formación universitaria en ciencias e ingeniería respecto de los requerimientos de unidades de producción con diferenciados niveles de complejidad tecnológica, y el tema del aprendizaje en la firma, que, en el caso del aprendizaje tecnológico específico, se considera un complemento especializado de la formación universitaria.

Sin embargo, aunque en el desarrollo de dichas secciones se hicieron algunas referencias a las relaciones existentes entre formación y aprendizaje, dichas referencias no fueron formuladas de manera explícita. Su análisis es un complemento a los planteos realizados sobre la funcionalidad de la formación, y ayuda además a comprender mejor los límites que los diferentes tipos y niveles de la formación académica universitaria imponen al aprendizaje individual en la firma, así como las características que el desempeño de una función científico-tecnológica imparte al desarrollo académico-profesional del individuo y la forma en que la combinación de ambos factores incide sobre el aprendizaje global de la firma.

En efecto, el nivel académico formal y la orientación de la formación universitaria de los profesionales en ciencias e ingeniería condicionan aparentemente el aprendizaje tecnológico específico y el científico-tecnológico que tienen lugar en la firma, reflejándose en gran medida en dos planos: a) en las posibilidades reales de movilidad del ingeniero o científico a lo ancho del espectro de funciones científicas y tecnológicas en el interior de la firma; y b) en el desarrollo - en la firma o fuera de ella - de distintas formas y modelos de realización y complementación del aprendizaje.

Movilidad profesional en la firma

Ante todo es conveniente precisar que la movilidad que aquí se plantea no se refiere a la movilidad vertical dentro de la estructura orgánica de la firma, sino a la capacidad del profesional para desplazarse de funciones tecnológicas sencillas a otras más complejas; y en este sentido, con fines analíticos, se asume que los menores requerimientos de conocimiento académico de las funciones científico-tecnológicas de la firma corresponden a las actividades de producción y los máximos a las de investigación y desarrollo.

En efecto, si se supone que los requerimientos de máxima complejidad en los conocimientos académicos para el desempeño de una función científico-tecnológica en la firma corresponden a la dirección y ejecución de actividades de investigación científica y desarrollo experimental, se constata que - en términos generales - el ingeniero o el científico que están académicamente capacitados para desarrollar dichas funciones teóricamente deben ser capaces de adaptarse y desempeñarse eficientemente en cualquier otra función científico-tecnológica de menor complejidad. Pero no todo ingeniero y científico que está académicamente calificado para trabajar en tareas de producción puede desplazarse a funciones

científico-tecnológicas más complejas y desarrollarlas eficientemente. En este sentido, se puede decir que la formación académica universitaria es el principal factor determinante de la movilidad profesional a lo largo del espectro de funciones científico-tecnológicas en el interior de la firma. En otras palabras, la formación académica establece un límite máximo a la movilidad, particularmente en lo que se refiere a actividades de investigación.

Otro factor que influye en la movilidad es el tipo de aprendizaje que se realiza en la firma. En efecto, dadas las diferencias cualitativas que caracterizan los dos tipos de aprendizaje que se distinguen en este trabajo, éstos inciden de manera diferenciada en la movilidad del profesional en la firma. Sin embargo, es conveniente anotar que la movilidad que aquí se discute es una movilidad intrafirma y no interfirmas. Esta aclaración es importante porque limita el contexto de la movilidad a un nivel relativo de complejidad tecnológica determinado, y por tanto, evita caer en la ambigüedad que significaría el análisis de la movilidad en contextos tecnológicos de complejidad relativa diferenciada. Es decir, no se plantea la discusión de lo que, desde la perspectiva científico-tecnológica, puede significar el aprendizaje en una firma con respecto a otra.

En este sentido, y dado que las actividades de la firma que se relacionan con el aprendizaje tecnológico específico son, en general, académicamente menos exigentes y proporcionan al individuo un nivel de aprendizaje menos dinámico que aquellas vinculadas al aprendizaje científico-tecnológico, a menos que el profesional, o la firma, o ambos, hagan un esfuerzo, individual o conjunto, para superar los límites que el desempeño de estas actividades impone al aprendizaje, las posibilidades de movilidad profesional del individuo dentro de las funciones científico-tecnológicas de la firma se ven limitadas a la esfera que cubren las actividades de producción. En efecto, el desempeño de funciones científico-tecnológicas asociadas al aprendizaje tecnológico específico al no exigir al profesional la utilización constante de sus conocimientos académicos, puede incidir negativamente sobre su formación académica. En otras palabras, el aprendizaje tecnológico específico no garantiza el nivel académico del profesional y éste, después de cierto tiempo, puede encontrarse con un nivel general de conocimientos académicos inferior a los que tenía al dejar la universidad.

Por esta razón, entre otras, las firmas - como se verá en la sección siguiente - organizan formas alternativas de entrenamiento, capacitación y reciclaje para los profesionales a su servicio, las cuales constituyen un complemento del aprendizaje y se relacionan directamente con los objetivos de producción y eficiencia de la firma, apartándose, por tanto, de los objetivos académicos de la universidad.

Lo anterior, sin embargo, no significa que necesariamente todo tipo de actividad de la firma vinculada al aprendizaje científico-tecnológico garantice el nivel académico de los profesionales que las realizan. Simplemente se asume que por la naturaleza del trabajo involucrado en el desempeño de esas actividades, el desgaste académico relativo del profesional que se origina en la no utilización plena de sus conocimientos es, por lo menos, menor que aquél al cual se encuentra expuesto en el desempeño en otras actividades, cuando no ocurre efectivamente una elevación real de su nivel académico reflejada en la ampliación, profundización y mejor asimilación de sus conocimientos.

En este sentido, coherentemente con el nivel académico de los conocimientos requeridos para realizarlas, las posibilidades de movilidad en la firma del profesional que realiza actividades asociadas al aprendizaje científico-tecnológico son más amplias que las que ofrece el aprendizaje tecnológico específico.

Modelos de organización del aprendizaje

Las entrevistas realizadas muestran que el grueso de las firmas concentra su atención en el desarrollo de cursos formales de complementación del aprendizaje tecnológico específico.

Esto no es de extrañar ya que el tecnológico específico aparentemente es la principal forma de aprendizaje que tiene lugar en la firma, y el que por sus características requiere la mayor atención de ésta. En principio, a manera ilustrativa se pueden distinguir tres modelos o tipos de organización del aprendizaje, a saber: tecnológico específico en la empresa privada, coordinado, y en empresas del Estado.

1. Aprendizaje tecnológico específico en la empresa privada

El aprendizaje tecnológico específico como tal puede ser espontáneo y/o orientado. En cada caso específico la forma que adopte dependerá de la estrategia tecnológica de la firma, la cual desde luego - como ya se observó - tiene que ver, entre otras cosas, con sus prácticas de contratación y su horizonte de aprendizaje. En algunos casos el aprendizaje como forma de especialización en la firma se inicia con estudiantes aún por egresar de la universidad.

Aunque es difícil separar siempre lo que específicamente comprende el trabajo productivo de lo que constituye aprendizaje tecnológico específico en la firma, no puede confundirse sin embargo, el interés específicamente formativo que desarrolla la firma, con la actividad productiva. En efecto, un análisis más detallado, que no es el caso del presente estudio, permitiría sin duda definir con bastante precisión cual es la dedicación en términos de recursos, tiempo y de inversión que la firma aplica al aprendizaje.

El modelo más simple de aprendizaje orientado en la firma corresponde a la incorporación del profesional recién egresado a equipos de trabajo dirigidos por técnicos más experimentados, y la complementación formal del aprendizaje está constituida por la realización continua y sistemática de cursos, cursillos o seminarios de especialización.

Como regla general, sin embargo, se constata que pocas veces los cursos complementarios responden a un curriculum sistemático, de carácter repetitivo. La formación impartida procura de alguna manera, compatibilizar los requerimientos tecnológicos de la firma más inmediatos, o de mediano plazo, con una formación complementaria del profesional que sirva a dichos requerimientos.

Uno de los profesionales, refiriéndose a la ausencia de cursos regulares en su firma manifiesta que:

"(...) nosotros tenemos otro sistema que equivale a éste. Todos los ingresos de personal a nuestra empresa, o en su mayor proporción, corresponden a gente que está en sus últimas etapas de estudio universitario y que ingresa a la firma con un nivel que denominamos como líder. Aprenden a ser buenos operarios, cómo operar, así que no hay que ir a explicarles la trastienda, ni los diferentes niveles culturales que hay entre un peón y un hombre especializado, etc. De esta forma, nosotros estamos dispuestos a esperar al hombre tres años, más o menos, hasta que sea profesional efectivamente especializado en lo que nos interesa. De manera que no tenemos que ser muy formales en cuanto a la capacitación".

La estrategia de esta firma es la de tomar la universidad como un 'semillero' de los nuevos técnicos que serán contratados para incorporarlos a sus distintas funciones científico-tecnológicas, y complementar su formación (aprendizaje) en los aspectos específicos de la firma en los últimos tres años de su formación profesional. En ciertos casos, en cambio, y esto depende en gran medida de las características de la función científico-tecnológica de que se trate, el reclutamiento del personal se orienta a profesionales con una considerable experiencia. En algunas firmas existe coincidencia en señalar que para ciertas áreas dinámicas (administración, ventas, etc.) prefieren personal joven sin mayor experiencia, no así con respecto a trabajos de naturaleza semejante a los de investigación y desarrollo.

Las firmas que aparentemente han tenido más éxito con el sistema orientado de aprendizaje tecnológico específico son aquellas que disponen de equipos formales de investigación y desarrollo. Sin embargo, este tipo de aprendizaje, que sin duda constituye un elemento clave para el sistema científico y tecnológico en general, no es de carácter regular y está limitado, casi siempre, por factores coyunturales, así como muy influido por los ciclos económicos de las firmas. En algunos casos, depende estrictamente de las personas involucradas en la dirección técnica de éstas.

Finalmente, los nexos de este tipo de formación con otro tipo de actividad científico-tecnológica externa a la firma, se muestran por regla general débiles o esporádicos. En general, el aprendizaje que tiene lugar en la firma opera como un sistema relativamente cerrado y restringido. Este, precisamente, es uno de los principales límites que se le pueden señalar como modelo científico-tecnológico de aprendizaje. No obstante, sería equivocado minimizar sus efectos positivos.

2. El aprendizaje tecnológico específico coordinado

En este modelo, las funciones de formación especializada están localizadas y coordinadas por una institución privada, financiada por un conjunto de empresas pertenecientes a una misma rama industrial. Para la Argentina, el ejemplo más claro lo constituye el sistema que agrupa las firmas de la industria siderúrgica.

En esta modalidad de aprendizaje confluyen profesionales y docentes, ya sea de empresas o de universidades nacionales o extranjeras, quienes dictan cursos de especialización sobre áreas y temas específicos de interés para las empresas asociadas. Dentro de este sistema se realiza igualmente la coordinación de un

programa de investigación y desarrollo, cuyo trabajo se orienta por medio de reuniones que sostienen periódicamente los jefes de las diferentes áreas comunes de las firmas que integran el sistema. Para la ejecución de los proyectos y estudios identificados en esas reuniones, se contrata personal especializado, se establecen acuerdos con centros tecnológicos, o bien, se suscriben convenios con centros especializados de las universidades.

Este sistema organiza básicamente dos tipos de curso de complementación. Uno, que normalmente dura ocho meses, que se dicta una semana en cada mes; en total, son ocho semanas de 35 horas, lo que está aproximadamente en el orden de las 300 horas. La finalidad de esos cursos es de carácter general: uniformar los diferentes conocimientos de los profesionales de las distintas plantas siderúrgicas. Dado que el reclutamiento de ingenieros, por parte de las empresas siderúrgicas, es muy variado en cuanto a especialidades (ingenieros metalúrgicos, civiles, químicos, etc.), este curso de complementación tiene una finalidad mínima: familiarizar al profesional con la tecnología de planta más actualizada.

Por otra parte, existen otros tipos de cursillos de una semana de duración, de carácter intensivo, en donde se supone que todos los profesionales poseen conocimientos académicos básicos homogéneos y un mínimo de aprendizaje tecnológico específico previo, y, a partir de allí, se profundiza sobre un tema en particular, para lo cual se acude a especialistas del país, si es que existen, o en caso contrario, a especialistas extranjeros.

A los cursos complementarios de carácter general asisten profesionales con poca experiencia dentro de las firmas o recién egresados de la universidades. No ocurre lo mismo con los cursillos especializados, ya que a éstos asisten personas con larga experiencia en planta y que, de hecho, se interesan en tratar un tema específico. Este tipo de curso complementario especializado no es un curso de carácter formal, con programas y temario previamente establecido, sino que, por lo general, se parte de un 'caso-problema' real sobre el cual se realiza un intercambio directo de ideas y se analizan los problemas propios de cada planta para discutir soluciones alternativas.

En este tipo de cursillo especializado es frecuente la presencia de técnicos extranjeros. Es así que se citan como ejemplos de la experiencia realizada durante el año 1979 el dictado de cursos sobre Reducción, por parte del Jefe del departamento de Reducción del Instituto para el Desarrollo Metalúrgico de Francia, así como la participación de técnicos de la Illinois Steel Corporation, de los Estados Unidos. Para aprovechar al máximo estos cursillos de aprendizaje, las firmas que concurren a ellos elaboran previamente un temario de los tópicos que les interesa tratar, que se envía con anticipación al especialista invitado para que éste tenga una idea clara de los problemas que se desea tratar. Este tipo de cursillos se ofrece en general, a ingenieros con larga experiencia en planta.

Con respecto a la fundamentación y evaluación de este tipo de cursos de complementación, uno de los entrevistados mencionó:

"En el trabajo en la planta, para interesarse y para entrar al tema, el profesional necesita más o menos dos años. Son dos años en que se está pagando un profesional en planta, que está asumiendo responsabilidades y que comete errores. Y esos errores en planta son monstruosos en términos financieros. El problema está en que puede llegar a ocasionar un serio

perjuicio a la planta, malograrse él, desprestigiarse por falta de experiencia. Entendemos que a la empresa le resulta mucho más económico, una vez llegado a un acuerdo, ese sistema de becas que nosotros proponemos, pagándole un sueldo, y el instituto corre con todos los gastos de la educación, que sin duda son altos y al cabo de un año se lo podemos devolver; la posibilidad de que ese profesional cometa un error, o de que esté desubicado es mínima, porque acá ha obtenido y ha estado hablando un año en lenguaje siderúrgico".

El sistema que opera en el sector siderúrgico, como se vió, no se limita exclusivamente a la faz docente. Entre otras cosas, ejerce la coordinación de un programa de investigaciones industriales. Estas están referidas a los cinco sectores que cubren las áreas básicas del proceso siderúrgico: materias primas y materiales, reducción, acería, colada continua y laminación.

Las investigaciones se generan a partir de cada una de las áreas mencionadas. Con este objetivo cada uno de los sectores en que se divide el proceso realiza una reunión mensual en la que participan los responsables de esa misma área en cada una de las firmas afiliadas al sistema.

El objetivo fundamental de dichas reuniones es detectar problemas que pueden ser materia de investigación y buscar soluciones a los mismos. Esa solución viene por vía directa, o sea, que en esa misma mesa de comité se decide al respecto. Si un tema escapa a lo que pueda hacerse en la reunión o en las distintas plantas para solucionar un problema común, se busca, dentro de la infraestructura científico-tecnológica del país, a quienes mejor estén capacitados para encarar la resolución del mismo. Cuando se decide la realización de una investigación, ésta se contrata con alguna universidad o un centro de estudios tecnológicos.

La experiencia de este sistema puede ser vista, extremando sus rasgos, como un tipo de modelo de organización de aprendizaje tecnológico específico coordinado. Otras experiencias podrían comparársele aunque no llegan a configurar sistemas con finalidades tan definidas.

En síntesis, se puede decir que este tipo de modelo de organización del aprendizaje tecnológico específico tiene, sin duda, una serie de ventajas en relación con el modelo de aprendizaje en la empresa privada, localizado en las firmas.

La organización del aprendizaje a través de sistemas como el del sector siderúrgico, que agrupan un conjunto de empresas de una rama productiva, tiene condiciones reproductivas tanto en cuanto a la difusión de la experiencia docente del sistema, como en cuanto a los incentivos que crea al desarrollo de actividades docentes en cada una de las firmas.

Por otra parte, un sistema de esta naturaleza está, de alguna manera, por encima de los intereses efectivos más inmediatos de las firmas y tiene posibilidades de orientarse en un tipo de aprendizaje de mediano y largo plazo, mucho más adecuado a los objetivos de un desarrollo tecnológico futuro. Cabría destacar, en cambio, que este tipo de organización plantea, por lo menos, algunas dudas o desventajas con respecto a aquellos aspectos que quedan fuera de la consideración docente o investigativa, en virtud de problemas de

competencia entre las firmas o de intereses más focalizados, que por tratarse de aspectos secretos de las empresas no pueden ser plenamente incorporados a una institución de esta naturaleza.

Probablemente, y aunque el ejemplo sobre el que se centra el análisis constituye una experiencia relativamente reciente, este tipo de modelo permite, en gran medida, superar las limitaciones señaladas en el caso anterior y constituye una forma avanzada de organización del aprendizaje tecnológico específico como complemento de la formación universitaria.

3. Aprendizaje tecnológico específico en empresas del Estado

De hecho, esta forma de aprendizaje tecnológico específico es un caso particular del aprendizaje en la firma. Sin embargo, este tipo de formación merece una atención diferente dado que no se presenta en forma pura, sino que se encuentra interrelacionado o interconectado a esferas universitarias o de formación extra-firma.

Vale la pena tratarlo como un modelo alternativo, en la medida en que las empresas del Estado, como se ha podido observar, tienen frecuentemente características peculiares que permiten un tipo de relación con otras esferas del sistema científico-tecnológico, más fluida y potencialmente más eficaz. Respecto de las ventajas que pueden presentar las **empresas estatales** en el sistema científico tecnológico, se ha señalado entre las más importantes: 1) el tamaño de las mismas, que posibilita el desarrollo de procesos tecnológicos de carácter autónomo; 2) la naturaleza dinámica de algunos de los sectores económicos en los que actúan; 3) el rápido crecimiento derivado de la necesidad de atender a demandas crecientes; 4) el grado relativo de independencia económica frente a los intereses extranjeros; 5) el acceso relativamente fácil al crédito público interno a través del sistema bancario oficial, etc.

Con respecto a las desventajas, se ha anotado: 1) la inestabilidad de los cuadros directivos y el cambio frecuente en materia de política de orientación de las instituciones; 2) las presiones de carácter político; 3) la rigidez o inercia frente al cambio que caracteriza a la mayor parte de las empresas estatales.

De cualquier forma, y admitidas estas desventajas, debe reconocerse, sin embargo, que este tipo de modelo presenta condiciones favorables para llevar adelante un tipo de política de desarrollo científico y tecnológico más integrada y con mayor conexión con los otros organismos que componen el sistema científico y tecnológico. Es así que, como se ha visto, gran parte de los cursos de especialización que ofrecen las universidades registrados en el contexto argentino, se deben a la presencia de nexos fluidos, de interacción e influencias, a través de demandas planteadas directamente por organismos estatales y que se resuelven en la misma esfera oficial. En el caso del sector del petróleo, a través del ejemplo del Instituto argentino del petróleo y de sus nexos con la Universidad de Buenos Aires, se da un caso claro de esta interconexión. Lo mismo podría decirse de algunas de las áreas más desarrolladas del sistema científico y tecnológico en la Argentina, como la referente a energía nuclear, y también parece haber ocurrido lo mismo, aunque en menor medida, entre las especializaciones de ingeniería relativas a gas, electricidad, etc.

Por otra parte, el caso de los laboratorios de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), donde se realizan tareas de desarrollo e investigación, constituye tal vez el mejor ejemplo de los efectos complementarios del aprendizaje tecnológico específico en un contexto oficial. Refiriéndose a los niveles de calificación del personal reclutado por los laboratorios de YPF y a las formas mediante las cuales se logra la complementación de su formación, uno de los entrevistados manifestó que:

"(...) la formación tenía dos puntos de apoyo: en realidad, para la investigación, en el curso de postgrado de Buenos Aires, no existe un énfasis, en absoluto. Lo que sucede es que últimamente hemos llegado a la conclusión de que es útil mandar personas a ese curso porque nos suple un entrenamiento en planta o en yacimiento que, cuando éstas deben hacerlo directamente no están preparadas para ello, y por lo tanto no se logra el entrenamiento que los cursos permiten. Observen que el entrenamiento que se consigue en la actividad directamente (formación localizada) no es tan ordenado, ni pedagógicamente pensando, ni, por supuesto, tan eficaz. Nuestra vieja costumbre era tomar al profesional, mediante selección, y dejarlo que efectuará un entrenamiento en el trabajo según las necesidades de producción".

En la práctica, el aprendizaje que realiza un profesional en los laboratorios, se estima que no es menor de tres años para poder trabajar eficientemente. Corresponde, entonces, a una secuencia de formación en la cual una primera etapa está constituida por los estudios de grado, o de tercer nivel, una segunda etapa por la realización de cursos de especialización en la Universidad de Buenos Aires, y una tercera etapa por el aprendizaje con los equipos de trabajo del mismo laboratorio. Sin duda alguna, esta secuencia es posible, o por lo menos es facilitada en gran parte, por convenios existentes a nivel estatal, entre la empresa YPF, los laboratorios y la Universidad de Buenos Aires, en lo que a formación especializada se refiere (becas, desarrollo de curriculum, etc.). Además de otras interconexiones con plantas y laboratorios del mismo YPF, que permiten la complementación de la formación profesional. A la vez, los profesores del curso universitario son reclutados, en parte, en la misma empresa.

VII. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Resumen

Los principales puntos desarrollados a lo largo de este trabajo pueden ser clasificados en dos grupos: uno, que se refiere a aspectos generales, incluye las características de la evolución y estructura del sistema de educación universitaria en ciencias e ingeniería en la Argentina, y algunos elementos conceptuales sobre la calidad de los recursos humanos universitarios que participan en procesos de cambio e innovación tecnológica en la firma. Otro, que abarca aspectos específicos, incluye puntos referidos a la estructura académica de la formación de ingenieros y científicos, la funcionalidad de la formación universitaria con respecto a la complejidad tecnológica de la firma, la naturaleza del aprendizaje, y el reclutamiento y movilidad de profesionales en la misma.

A. Aspectos generales

1) El sistema de educación universitaria

En la Argentina, la formación de recursos humanos orientados a satisfacer la demanda de conocimientos científico-tecnológicos de las unidades de producción, no ha sido históricamente el resultado de un proceso de planificación sistemático.

Coherentemente, la investigación realizada indica que la evolución del desarrollo científico y tecnológico hace sumamente difícil prever los futuros requerimientos específicos de recursos humanos altamente calificados.

Por otra parte, pareciera que el proceso de maduración tecnológica que se registra en la Argentina, y al que se hizo referencia en páginas precedentes, no podría haber tenido lugar de no mediar el temprano desarrollo de un sistema universitario relativamente evolucionado y en especial el de las carreras de ciencia e ingeniería. Cabe aquí señalar la presencia de un modelo de tipo oferta, en materia educacional, que efectivamente parece haber existido en la Argentina, a diferencia del modelo de demanda, propio de los países de desarrollo industrial más tardío, como Brasil y México.

2) Innovación tecnológica y calidad de los recursos humanos

Las interpretaciones sobre el desarrollo de América Latina en lo referente a la capacidad de innovación tecnológica han sido en general pesimistas. Desde diversas perspectivas teóricas e ideológicas se ha considerado inadecuado o inviable el desarrollo tecnológico en la región, en virtud de la naturaleza de las relaciones internacionales. Además, entre los obstáculos invocados, se incluía la limitada capacidad científica de los recursos humanos formados en las universidades latinoamericanas.

Sin embargo, la evidencia empírica muestra procesos que relativizan la validez de dichas perspectivas en cuanto a la innovación tecnológica en las firmas y a la capacidad de dichos recursos humanos.

En efecto, esta exploración, y otras antes realizadas, muestran que el carácter 'menor' del tipo de cambio tecnológico que tiene lugar en la Argentina, y posiblemente en otros países de la región, no está determinado por la calidad de los recursos humanos disponibles, sino principalmente por factores de índole económica.

B. Aspectos específicos

1) Formación académica de los ingenieros y científicos

Sobre el particular, y con referencia a la situación actual, los 'empresarios' coinciden en afirmar que la formación de los ingenieros y científicos en la Argentina es de nivel académico relativamente alto, y que por lo menos no ha sido un obstáculo al cumplimiento de sus objetivos tecnológicos de corto y mediano plazo.

Igualmente los 'empresarios' coinciden en que la formación académica universitaria debe ser comprendida en un marco de capacitación y formación de recursos humanos más amplio, más complejo, y con una estrecha interdependencia entre la esfera propiamente académica y la esfera productiva, de donde surge la necesidad de estudiar el aprendizaje que tiene lugar en la firma. Sin embargo, la percepción de los 'empresarios' sobre la formación universitaria de los ingenieros y científicos podría adolecer de limitaciones originadas en tres factores: primero, la visión específica del 'empresario' en función de los requerimientos globales de conocimientos científico-tecnológicos de la firma principalmente en el corto plazo; segundo, el grado relativo de complejidad tecnológica de la firma a la cual se circunscribe la opinión empresarial; y tercero, el desconocimiento relativo, por parte del 'empresario', de las necesidades específicas de la estructura de conocimiento académico de cada una de las funciones científico-tecnológicas que realizan los ingenieros y científicos.

A pesar de que las preguntas formuladas a los ingenieros y científicos y a los 'empresarios' no son estrictamente comparables, las opiniones de los segundos consideradas en conjunto conducen a una conceptualización más precisa en lo que hace a la estructura de su formación académica. En efecto, sus juicios, al estar referidos directamente a las exigencias de conocimiento académico de las funciones científico-tecnológicas que ejecutan, les permiten identificar con mayor grado de detalle la naturaleza de la formación académica recibida, y las limitaciones que una formación académica deficitaria les impone sobre el desempeño de sus funciones.

De allí surge la caracterización que se hace en el trabajo sobre la orientación académica de la formación de ingenieros en la Argentina. En este sentido, con fines de análisis, se distinguen dos concepciones académicas de la formación de ingenieros que responden respectivamente a una visión científica de la profesión y otra tecnológica.

Aparentemente, aunque no necesariamente, todo parece indicar que la formación de carácter tecnológico se orienta principalmente hacia la capacitación de ingenieros de planta mientras que la orientación científica tiende a dar al ingeniero una sólida formación académica en ciencias básicas que lo habilite para desempeñarse eficientemente en una amplia gama de funciones científico-tecnológicas, y flexibilidad conceptual para adaptarse a situaciones cambiantes tanto tecnológicas como ocupacionales.

2) Funcionalidad de la formación universitaria

El problema de la inserción de los ingenieros y científicos en la división del trabajo científico-tecnológico en la firma no se resuelve exclusivamente en términos de la heterogeneidad de la formación. En efecto, dicha división es mucho más compleja y hace necesario introducir el concepto de funcionalidad de la formación con respecto a la complejidad tecnológica de la firma.

En primer lugar, si bien es cierto que algunas firmas incorporan solamente ingenieros a su estructura de funciones científico-tecnológicas, un número, seguramente cada vez más creciente, también vincula científicos a su estructura de funciones, lo cual por sí mismo agrega un grado de sofisticación a la división de funciones científicas y tecnológicas en la firma.

En segundo lugar, la funcionalidad de las distintas especialidades de las ciencias y la ingeniería dentro de la estructura ocupacional de la firma no se establece en la práctica solamente con respecto a la especialidad como un todo, sino con respecto a los componentes de su estructura académica. Por ejemplo, en casos de menor complejidad relativa, la funcionalidad de la formación se define por su componente tecnológico; y en casos de complejidad tecnológica relativa mayor, por el componente de formación de postgrado en investigación o su equivalente.

3) Aprendizaje en la firma

La división del trabajo científico-tecnológico también está relacionada con el aprendizaje que tiene lugar en la firma.

En primer lugar, el aprendizaje puede considerarse desde el punto de vista de la firma como un todo. Para ésta, el aprendizaje constituye el proceso por medio del cual adquiere conocimiento y dominio de la tecnología originalmente importada que utiliza en la producción.

En segundo lugar, se puede considerar desde la perspectiva del individuo. En este sentido, el aprendizaje puede ser tecnológico específico o científico-tecnológico. Aunque individualmente se refieren a funciones científico-tecnológicas diferenciadas, ambos constituyen la base del aprendizaje en la firma. El primero se refiere al conocimiento que a través del ejercicio profesional en la firma adquiere un ingeniero o un científico, relativo a las características del diseño, operación, mantenimiento y control de una planta de producción, y a la ingeniería de proceso o de producto de un bien de consumo

final, intermedio o de capital. El segundo, se refiere al conocimiento que adquiere, crea o contribuye a desarrollar un ingeniero o un científico en la firma por medio de su participación en actividades de investigación y desarrollo u otras semejantes, referido directa o indirectamente a un proceso de producción o producto de consumo final, intermedio o de capital, independientemente de que este conocimiento tenga o no aplicabilidad inmediata en la firma.

Con respecto a este último, la investigación apunta hacia una reconsideración de las nociones teóricas que se han venido manejando hasta el momento.

En efecto, la demanda de este tipo de profesional no puede ser discutida con el modelo usual de razonamiento de la economía de la firma. Su demanda, tanto en términos de calidad - especificación del tipo de recurso humano requerido - como de cantidad, no es estrictamente 'derivable' de la función de producción de la firma, puesto que las actividades de estos recursos humanos, además de afectar el nivel 'óptimo' de producción, contribuyen a desplazar el horizonte tecnológico en el que se encuentra la firma. Por tanto la utilidad de este recurso en la firma al momento de su contratación es potencial, es decir, solamente se verifica en la medida que contribuye a desplazar la frontera tecnológica de la firma.

Por otra parte, el aprendizaje en la firma en todas sus formas es un componente de la división del trabajo científico-tecnológico que decididamente trasciende los límites del conocimiento que se puede adquirir en la universidad.

En otras palabras, parece plausible pensar que desde el punto de vista del cambio tecnológico en la firma considerada en abstracto, la universidad como institución de formación académica tiene una función desde la óptica estrictamente tecnológica cuyos límites están definidos por la evolución de dicho cambio. Esto es así, entre otras cosas, primero, porque el lugar natural de toda innovación tecnológica es la firma, y a no ser por motivos estrictamente didácticos parece un tanto arriesgado suponer el desarrollo autónomo por parte de la universidad de innovaciones tecnológicas extrañas a la dinámica, o a las necesidades específicas del proceso de producción de cada firma en particular. Segundo, porque dado que el conocimiento tecnológico se desarrolla principalmente en el contexto de la firma, y dado que se trata de un conocimiento con fines comerciales, ésta trata de protegerlo manteniéndolo secreto.

Por último, la investigación permitió observar que en ciertas ramas de la producción, por ejemplo la siderúrgica, empiezan a estructurarse sistemas y mecanismos de coordinación general que, entre otras cosas, contemplan la realización de acciones tendientes al desarrollo del aprendizaje en la firma, y el establecimiento de vínculos institucionales con las universidades.

4) Reclutamiento y movilidad profesional en la firma

a) La investigación muestra que el reclutamiento de ingenieros y científicos por parte de la firma reviste características especiales.

En general la firma posee definiciones poco precisas sobre sus requerimientos de personal calificada. Este hecho es contraproducente ya que la característica principal de este sub-mercado de trabajo es que la oferta está constituida por productos no homogéneos.

Por otra parte, la contratación de fuerza de trabajo con un elevado nivel de calificación posee otras características distintivas. La incorporación de este tipo de recursos se decide en principio sobre la base de la posesión de ciertos conocimientos y aptitudes que se supone son de disponibilidad inmediata. Pero el reclutamiento de mano de obra con este tipo de calificaciones se decide igualmente por la generación potencial de conocimientos. En este sentido, su contratación resulta análoga a la realización de una inversión, cuya rentabilidad depende de la utilización que se haga de ese conocimiento potencial.

b) La movilidad de los profesionales en la firma se refiere a la capacidad de éstos para desplazarse de funciones tecnológicas sencillas a otras más complejas. Al respecto se supone que los requerimientos de máxima complejidad en los conocimientos académicos para el desempeño de una función científico-tecnológica en la firma corresponden a la dirección y ejecución de actividades de investigación y desarrollo experimental, y los menores a las actividades de producción.

En este sentido, se afirma que la formación académica universitaria es el principal factor determinante de la movilidad profesional a lo largo del espectro de funciones científico-tecnológicas en el interior de la firma. Sin embargo, el tratamiento que aquí se da a la movilidad profesional en la firma es simplemente una primera aproximación al problema. Por ejemplo, sería importante estudiar la naturaleza y características de la movilidad de personas que provienen del ámbito científico (investigación) y que pasan a desempeñar posiciones que en algunos casos pueden ser más elevadas en la estructura jerárquica de la firma, pero que para su desempeño requieren un nivel inferior de calificaciones académicas. En síntesis, la formación académica establece un límite máximo a la movilidad, particularmente en lo que se refiere a actividades de investigación.

Conclusiones -

Tal como se indicó en la introducción la perspectiva de esta investigación es considerar el papel de los recursos humanos de nivel universitario en la innovación tecnológica para, a partir de allí, analizar el papel de la universidad en el desarrollo en general, y en el cambio tecnológico en particular, estableciendo los tipos de vínculos y de problemas que existen en la relación firma-universidad.

Al haber elegido como campo de estudio la relación existente entre el proceso de cambio e innovación tecnológica que tiene lugar en la firma, y el papel de los recursos humanos universitarios que participan en dicho proceso, se consideró: primero, que este era un tema de significativa relevancia en el problema de desarrollo económico de la región; y segundo, que el análisis de la innovación tecnológica constituía la forma más adecuada de aproximarse a la discusión de los problemas

más complejos de la universidad, referidos a la formación de recursos humanos y la creación de conocimiento. El nivel de calidad que tengan dichos conocimientos tiene asimismo efectos sobre la formación de recursos humanos para actividades en que la innovación en general tiene un carácter menor, dado que el contenido del conocimiento teórico a impartir en dichas formaciones se redefine por la comunicación con los centros científicos de mayor nivel existentes en la universidad.

La presente investigación, dado su carácter preliminar, no ha podido comprender todos los aspectos del tema y, además, incluso sobre aquellos abordados, las conclusiones no pueden ser por el momento definitivas.

Las principales conclusiones de la investigación se exponen en los siguientes puntos:

1. Relevancia de los recursos humanos universitarios en la innovación tecnológica

a) A partir de los estudios del programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones en temas de Ciencia y Tecnología, se ha demostrado la importancia y naturaleza de los procesos de innovación tecnológica 'menor' que tienen lugar en la Argentina, los cuales se caracterizan por su heterogeneidad y creciente complejidad.

b) Con respecto a los recursos humanos en ciencias e ingeniería que participan en dichos procesos, los empresarios son unánimes expresar que en ningún momento éstos han sido un obstáculo al desarrollo de sus programas de producción y cambio técnico. Asimismo, las firmas incluidas en la presente exploración muestran que en todo momento han utilizado ingenieros y científicos formados en el país.

c) Igualmente se ha podido constatar que si bien una parte de los ingenieros y científicos en referencia ha realizado ciclos de formación de diferente extensión y complejidad en el exterior, la formación académica en el extranjero no ha sido un prerrequisito para su desempeño profesional, sino más bien un medio de profundizar y complementar sus conocimientos. Sobre el particular es importante anotar que algunas firmas que iniciaron la elaboración de productos de elevada complejidad tecnológica, sobre los cuales no había antecedentes en el país, pudieron ejecutar exitosamente sus planes de producción y desarrollar un sendero de aprendizaje científico-tecnológico a partir de recursos humanos universitarios formados en las universidades y centros de investigación del país.

Sin embargo, no se puede concluir de lo anterior ni que el nivel de formación académica sea el más adecuado para las necesidades de innovación tecnológica ni óptimo en cuanto a conocimientos científicos, desde el punto de vista de la universidad, ni tampoco que la capacidad de los ingenieros y científicos sea adecuadamente utilizada en las empresas.

d) Desde el punto de vista de la teoría microeconómica, la demanda de trabajo, especialmente aquellas de ingenieros y científicos cuyas funciones se concentran en los departamentos de investigación y desarrollo, no es estrictamente derivable de la función de producción de la firma. Este es un tipo de recursos humano que se demanda para producir conocimientos, y su 'producto' solamente se puede identificar de manera 'ex-post'.

Por eso observando la situación desde la perspectiva de las firmas puede decirse que no siempre el recurso humano reclutado es el adecuado para las funciones que potencialmente puede desempeñar y que, en otros casos, siéndolo, la firma no está en condiciones económicas o de percepción de la frontera tecnológica como para dar condiciones al profesional para desarrollar su capacidad innovativa.

En consecuencia, como fue señalado en el texto, el carácter 'menor' de la innovación tecnológica en la Argentina no podría ser explicado por limitaciones en la capacidad de los recursos humanos universitarios. Si la innovación tecnológica es de tipo 'menor' es por una decisión empresarial que atiende a ventajas y restricciones de naturaleza económica. Por lo menos lo que la investigación demuestra es que profesionales que se encontraban realizando tareas de aprendizaje e innovación menor en Argentina registraban experiencia de trabajo en el exterior de firmas que hacían desarrollo e innovaciones de tipo mayor.

2) Formación de recursos humanos en una situación de heterogeneidad tecnológica

a) La forma más general en que se expresa la heterogeneidad tecnológica de las unidades de producción corresponde a la división entre firmas de producto y de proceso. A esta heterogeneidad corresponden estructuras de demanda de conocimiento diferenciadas, según los objetivos de producción y estrategia tecnológica de las firmas. Pero, además, existe otra heterogeneidad, no discutida en el texto, que se refiere a la discontinuidad existente en la composición de la estructura industrial argentina, la cual abarca desde pequeños talleres de carácter artesanal hasta grandes firmas que utilizan las tecnologías más avanzadas.

b) Tal como se indicó en el texto, en la Argentina las universidades forman profesionales en ciencias e ingeniería con niveles diferenciados de formación académica. Particularmente en ingeniería estas diferencias son notorias y explícitamente se refieren a orientaciones académicas con objetivos diferentes. En síntesis, no solamente existe una heterogeneidad en la formación universitaria que se refleja en los componentes de la estructura académica de las carreras, sino que para una misma carrera, esto es particularmente válido para ingeniería, se distinguen por lo menos dos grandes orientaciones, una científica y otra tecnológica.

En este sentido, la universidad argentina, deliberadamente o no, se ha adaptado a la heterogeneidad de la estructura de la demanda de conocimiento de las unidades de producción. Esta situación tiende a demostrar que aquellas propuestas académicas, relativamente difundidas en América Latina, que sostienen como objetivo la formación homogénea de recursos humanos, responden fundamentalmente a formulaciones normativas y no al reconocimiento de la heterogeneidad de la demanda de conocimiento antes mencionada.

Por una parte, los ciclos de estudios incompletos han cumplido una función de iniciación a la ciencia y a la tecnología que ha sido asumida por las firmas para la formación de tecnólogos directamente en el puesto de trabajo. Por otra, los ingenieros con formación tecnológica parecieran cumplir su papel principal en las áreas de producción y mantenimiento, mientras que la formación de ingenieros con orientación científica y de licenciados y doctores en ciencias,

ofrece los recursos humanos especialmente aptos para las tareas de innovación tecnológica.

c) De la misma manera, a la luz de los resultados de la investigación, es posible criticar aquellas propuestas que han pretendido tomar como punto de partida para la planificación del desarrollo universitario, la proyección de la evolución histórica de la estructura ocupacional de nivel profesional. En Argentina, tanto la temprana aparición de especialidades en ingeniería, como el desarrollo de las carreras en ciencias exactas, parecen surgir autónomamente dentro del sistema de educación superior, independientemente de las necesidades del mercado. Este carácter prematuro de la formación en relación a las necesidades del mercado parece ser de singular importancia para explicar los procesos de innovación y adaptación de tecnología que han tenido lugar en la Argentina.

En este sentido, tal como se indicó en el texto, aparte de la demanda social que puede presionar la apertura de nuevas carreras profesionales, existe un complejo de factores que actúan tanto desde dentro como de afuera del sistema educativo, además de la estructura del mercado ocupacional, que determinan su expansión y crecimiento. Estos factores se refieren tanto a la acción de personas que por su influencia académica y prestigio profesional inducen la creación de nuevas carreras, como a la influencia de sectores estatales vinculados a la producción y la prestación de servicios que presionan la formación de personal especializado.

En este sentido, si bien es explicable que la demanda industrial y la demanda social sean el principal factor causal de la diversificación en la formación de ingeniería y del incremento del número de egreso en las universidades a partir de la década del 50, es más difícil de interpretar el acelerado incremento del número de egresos en ciencias exactas y naturales, analistas de sistemas, etc. Sea cual fuese la interpretación, es significativa la evolución cuantitativa experimentada por los egresos en ciencias en los últimos años.

En otras palabras, las posibilidades reales de planificación y determinación de los requerimientos de recursos humanos universitarios en ciencias e ingeniería, son muy limitadas. En efecto, el grado de utilización de este tipo de recurso depende de la estrategia tecnológica de cada unidad de producción. En este sentido, la demanda de conocimiento científico-tecnológico está lejos de ser estática. Su dinámica es afectada por factores de tipo económico, científico, tecnológico e institucional, que no afectan a todas las firmas por igual. Por tanto, lo único que el sistema universitario puede realizar en este sentido, es ofrecer una formación que posibilite a las unidades de producción acceso a los recursos humanos calificados que permitan a la firma realizar la combinación de conocimientos profesionales que más se ajuste a sus objetivos científicos y tecnológicos.

d) Sin embargo, dados los distintos niveles de complejidad tecnológica de las firmas, y la heterogeneidad de su estructura de funciones científico-tecnológicas, la formación en referencia no puede ser de carácter prematuramente especializado, por lo menos a nivel de grado, y orientada a satisfacer los requerimientos inmediatos del mercado.

Los resultados de la investigación tienden a confirmar la hipótesis de que

una formación científica básica bien lograda es positiva en relación a las posibilidades del profesional con respecto a: i) sus posibilidades de movilidad a lo ancho del espectro de funciones científico-tecnológico; ii) su capacidad de adaptación a situaciones ocupacionales diferentes; iii) su capacidad de 'reciclaje' y ubicación en niveles de complejidad científica y tecnológica mayores que se establezcan en el futuro.

3. Formación y aprendizaje en la firma

a) El proceso de formación de ingenieros y científicos, en sentido estricto, solo tiene lugar de manera parcial en la universidad. En la firma, y desde luego en otras instituciones, a través del ejercicio profesional, se registra una complementación de dicho proceso, que se refiere al aprendizaje que el profesional realiza y que, en algunos casos, constituye el componente especializado de la formación profesional. Aunque no se trató en la investigación, sería importante examinar en aquellas firmas que disponen de una elevada capacidad científica organizada en departamentos de investigación y desarrollo, el significado que podría tener para ellas y la universidad, la realización coordinada de programas de aprendizaje orientados a la obtención de títulos académicos superiores.

b) La importancia de este aprendizaje como complemento de la formación universitaria se pone de relieve como elemento central de la presente investigación. Pero si bien este es percibido así por los 'empresarios' e ingenieros y científicos que trabajan en la firma, este hecho no es tan evidente con respecto a la universidad. En efecto, el desarrollo de los programas académicos de formación de ingenieros y científicos, y en particular de ingenieros, tal como se indicó en el texto, aparentemente no tiene una línea definida que contemple este aspecto. Por lo menos, lo que se puede comprobar es que las universidades, salvo casos excepcionales, no han realizado relevamientos sistemáticos del fenómeno de aprendizaje en la firma para reconsiderar a la luz de éste la programación académica.

La naturaleza y características del aprendizaje que realizan los ingenieros y científicos en la firma a través del desempeño de las funciones científico-tecnológicas que se les asignan, hace necesario realizar su examen a partir de la estrategia tecnológica, implícita o explícita, de la firma, el concepto de sendero de aprendizaje, y los modelos de organización que toma el aprendizaje dentro y fuera de las unidades de producción. En algunos casos se han identificado intentos de transferir a la universidad, con apoyo de las firmas, ciertos programas de complementación del aprendizaje.

Un considerable campo de acción y redefinición universitaria por un lado, y de establecimiento de vínculos regulares con las firmas, se abre a partir de la consideración de la significación que tiene el aprendizaje tanto para la calificación de los recursos humanos como para el desarrollo del conocimiento científico-tecnológico en la firma.

4. Relaciones del grupo de ingenieros y científicos con los otros grupos en la firma

a) La presencia de ingenieros y científicos en la firma no es de por sí suficiente para asegurar un proceso de incremento permanente de la capacidad científico-tecnológica de la firma, ni para garantizar el desarrollo de las capacidades de los recursos humanos universitarios.

Quando en la firma el número de ingenieros y científicos es muy limitado se carece de la masa crítica necesaria para que se establezca una diferenciación del conocimiento a partir de la cual asegurar condiciones para su desarrollo.

Por otra parte, las demandas de conocimiento científico-tecnológico de la firma tienden a ser inmediatistas y a utilizar la capacidad de los ingenieros y científicos no tanto por el conocimiento específico que poseen, sino por la capacidad organizativa y ejecutiva que les proporciona la formación universitaria.

En consecuencia, las firmas, y no siempre en razón de su grado de complejidad tecnológica, realizan un uso limitado de las capacidades y conocimientos de los ingenieros y científicos a su servicio. Este hecho se refleja en la rutinización de las actividades que éstos cumplen, e igualmente en la pérdida de los efectos potenciales que la incorporación de ingenieros y científicos pudiera tener en la firma.

b) En otros casos, particularmente en lo que se refiere a actividades de investigación y desarrollo, los ingenieros y científicos tienen dificultades para comprender los objetivos económicos de la firma, y en algunas oportunidades tienen problemas para llevar los desarrollos experimentales de laboratorio a la fase de producción. Sin embargo, estos parecen ser problemas que se resuelven progresivamente a medida que el profesional se ajusta al medio ambiente de la firma.

c) La investigación indica que las firmas van incorporando paulatinamente los grupos de investigación y desarrollo al proceso de toma de decisiones sobre adquisición de tecnología, e inversiones con ella relacionadas, que suponen incurrir en riesgos. Sin embargo, aunque esta conclusión no surge directamente de la investigación, pareciera que muchas firmas no alcanzan a comprender el alcance real, en términos de productividad, de los departamentos de investigación y desarrollo o grupos semejantes. En efecto, algunas firmas cuentan con personal profesional altamente calificado pero sus capacidades no son utilizadas en forma óptima. En este sentido pareciera que existen de desconocimiento y dificultades de comunicación de los 'empresarios' con los ingenieros y científicos.

5. La división del trabajo científico-tecnológico en investigación y desarrollo experimental

a) Otro plano de análisis con respecto al papel general de la universidad en función del cambio tecnológico se refiere a las actividades que se concen con el nombre de investigación y desarrollo experimental.

En la firma, éstas están estrechamente relacionadas con la noción de aprendizaje y de hecho constituyen la base del científico-tecnológico. Pero su naturaleza y objetivos son diferentes de los que animan este tipo de trabajo en la universidad. En la firma el objetivo es económico y en la segunda académico.

Desde luego este no es un hecho desconocido. Sin embargo, es importante tenerlo en cuenta y reafirmarlo puesto que de esta manera se contribuye a precisar el papel de la universidad y la asignación que ésta hace de sus recursos académicos y financieros.

b) Lo anterior se refiere en particular a los intentos que algunas veces hace la universidad de realizar de manera autónoma proyectos de carácter tecnológico con fines industriales.

Dentro de la división del trabajo científico-tecnológico esta función corresponde directamente a los objetivos de la firma, y solamente de manera indirecta a la universidad. En efecto, tal como se indicó en la introducción, el tipo de innovación tecnológica más recurrente en la Argentina surge de algunos determinantes del comportamiento empresarial tales como: i) la necesidad de resolver cuellos de botella en la producción; ii) la necesidad de reducir costos; iii) la necesidad de sustituir o adaptar productos y procesos; y iv) la necesidad de diversificar el 'out-put-mix' comercializado; entre otros. Por tanto, la aplicación comercial exitosa de la actividad inventiva en la producción escapa a la dinámica interna de las instituciones universitarias, y difícilmente se puede desvincular de lo que ocurre en el interior de la firma.

Por otra parte, cuando se trata del desarrollo de proyectos de investigación básica o aplicada la línea divisoria del trabajo científico-tecnológico entre la firma y la universidad no se puede trazar tan claramente. Simplemente se puede decir que en uno y otro caso los objetivos de los proyectos de investigación serán diferentes, independientemente de la utilización última que se de a sus resultados.

6. Relaciones firma-universidad

La investigación demuestra que la relación firma-universidad toma distintas formas y modalidades. Estas se extienden desde la vinculación más sencilla que se logra por medio de la incorporación del profesional a la firma, hasta el comienzo de relaciones orgánicas en materia de investigación y desarrollo experimental entre centros académicos y unidades de investigación.

a) Una primera situación, que no está comprendida en la investigación, pero que podría ser motivo de consideración en otros trabajos y se caracteriza por la incomunicación entre el sistema universitario y las firmas. Estas situaciones son particularmente relevantes en los casos de la mediana y pequeña industria que carece de capacidad económica y de complejidad tecnológica como para reclutar universitarios en la mayoría de los casos. En otros la incomunicación se origina fundamentalmente en la historia de la empresa y del empresario que siguiendo la evolución de la industria argentina tiene resabios artesanales que dificultan la percepción del papel que puede jugar el profesional en la firma.

b) El segundo nivel corresponde a la relación más simple que se cristaliza en la incorporación de un egresado universitario a la estructura de funciones científico-tecnológicas en la firma. Esta relación se concreta de manera relativamente automática, dependiendo del recurso ofrecido por la universidad y el perfil de demanda de conocimientos definido por la entidad que perfecciona la contratación.

En otras palabras, las firmas, dependiendo de su complejidad tecnológica relativa y su estrategia tecnológica de corto, mediano y largo plazo, incorporan a su estructura de funciones ocupacionales una combinación de profesionales con distintas especialidades y niveles académicos.

En este caso la relación se asemeja a la que puede existir entre las categorías 'productor', 'producto' y 'consumidor'.

La universidad actúa como agente productor de un recurso humano pero en la especial condición de que la universidad al formar al producto-profesional universitario se desprende de éste y desconoce las formas en que el mercado acepta, modifica, o rechaza el producto. Es decir, no recibe ningún tipo de indicaciones del mercado respecto de la naturaleza del producto que ha formado; y el producto en cuanto tal, tampoco tiene previstos caminos para reaccionar ante la universidad e indicar formas alternativas de formación. En cuanto al consumidor, es decir la firma, se encuentra en relación con la universidad en condiciones similares a las del producto, por eso en la opinión de los 'empresarios' entrevistados, la mejor vinculación firma-universidad es 'una buena formación académica'.

En este nivel de relación las firmas, en general, tienen un conocimiento defectuoso del horizonte de formación científico-tecnológica de las universidades. Este hecho se expresa principalmente en las limitadas posibilidades de información que tiene la firma respecto a la articulación potencial entre el tipo de formación que imparte la universidad, y sus necesidades objetivas de conocimiento en términos de metas de producción y cambio tecnológico. Asimismo, la firma pocas veces está en condiciones de situar el horizonte de sus posibilidades de desarrollo en términos de conocimiento científico. De esta manera, las posibilidades de la firma de realizar inversiones en desarrollo de conocimiento que suponen un elevado grado de riesgo, se reducen al mínimo.

c) Las relaciones de cooperación y conocimientos, y no solo a través de la incorporación del profesional, solo se plantean cuando la firma ha adquirido un considerable grado de actividad tecnológica y según la estrategia de desarrollo que haya asumido.

Dentro de estas condiciones las relaciones de cooperación pueden ser esporádicas o permanentes, y en última instancia su naturaleza dependerá de la estrategia tecnológica de la firma. Resultan esporádicas cuando la firma no posee una estrategia tecnológica explícita que le permita identificar cuales son sus posibilidades científico-tecnológicas con respecto a la universidad y eventualmente recurre a ella en casos de extrema necesidad o como resultado del interés de una persona en particular.

Las relaciones de cooperación de tipo permanente no son las más comunes, y prácticamente son excepcionales. Surgen cuando la estrategia tecnológica de la firma supone la incorporación a su estructura de funciones científico-tecnológicas de un grupo de ingenieros y científicos de elevado nivel académico.

En efecto, se desprende de la investigación que cuando el grupo de ingenieros y científicos de la firma tiene un tamaño suficiente, posee elevados niveles académicos y sus miembros están académicamente motivados, las relaciones de éstos con la universidad, o más específicamente con ciertos grupos universitarios, comienzan a desarrollarse de manera relativamente espontánea e informal.

Estas relaciones se expresan inicialmente a través del intercambio de ideas, apoyo para el reclutamiento de personal cuyo nivel académico está garantizado por su trayectoria en la universidad, y progresivamente se van formalizando al nivel de dirección de la firma.

7. Algunas reflexiones sobre políticas universitarias

De la investigación precedente y de otros estudios ya realizados, surgen algunos puntos de reflexión y, en otros casos, preguntas sobre cuáles podrían ser bases de políticas alternativas para que la universidad cumpla un papel más efectivo en su contribución al desarrollo científico-tecnológico.

Sin duda, las alternativas dependen del modelo de desarrollo nacional y de la capacidad de armonización entre las políticas universitarias, las políticas de desarrollo tecnológico y también de las políticas sociales.

Los puntos que se presentan a continuación sólo pretenden constituir una base de reflexión y de ninguna forma pueden ser considerados con conclusiones definitivas:

a) El problema de la calidad del conocimiento en la formación universitaria surge con extrema relevancia. En último término lo que cuenta como aporte de la universidad es el conocimiento en sí y el haber transferido a los egresados de la institución una capacidad de pensar y de hacer frente a situaciones que por definición son siempre nuevas y cambiantes. Inversamente, la cantidad de egresados tiene una significación que no tiene valor de por sí. No es posible predecir el número de profesionales y científicos que ha de requerir un país dentro de diez o veinte años, por lo que no es posible establecer un juicio sobre el exceso o la insuficiencia de profesionales en ciencias e ingeniería porque éste se relaciona con una necesidad que por definición es desconocida. En el supuesto de que el mercado no sea capaz de asimilar en lo inmediato el volumen de egresados, se puede considerar que si éstos están, desde el punto de vista científico, bien formados, se adaptarán a las oportunidades del mercado y en las ocupaciones científico-tecnológicas que desempeñen posiblemente modificarán la funcionalidad formal de las mismas

en sentido ascendente contribuyendo con la capacidad científica adquirida en la universidad a lograr una mayor eficiencia en la firma.

b) Parecería no ser posible planificar desde la universidad o cualquier otra instancia diferente de la unidad de producción, la combinación de recursos humanos que ésta requiere para llevar a cabo su estrategia tecnológica. La universidad debe atender a una formación en una pluralidad de carreras y de especializaciones de acuerdo con una gama que va del conocimiento orientado hacia el trabajo o empírico, hasta el conocimiento científico puro, pasando por diversas combinaciones de formación en ciencia y tecnología. La heterogeneidad tecnológica del sector industrial obliga a una estrategia académica que cubra la totalidad del horizonte.

c) Pero, como la formación inicial en la universidad no determina la clase de ocupación que ha de desempeñar el profesional a lo largo de su vida activa, ni tampoco define su grado de complejidad científico-tecnológica - modificado por los avances en las fronteras respectivas -, la formación académica tiene en todos los casos que apoyarse en componentes científicos que permitan flexibilidad y adaptabilidad al profesional. Es sabido que el nivel de formación es significativo para el ingreso en el mercado de trabajo, pero que posteriormente lo que cuenta es el aprendizaje en la firma, de forma tal que la preparación académica debe otorgar bases suficientes al profesional que lo habiliten para recibir reciclajes académicos, poder aprovechar el aprendizaje en la firma y tener movilidad en la estructura y experimentar movilidad ocupacional.

d) A la luz de la importancia que tienen los diversos modelos de aprendizaje reseñados en el texto, parecería conveniente que la formación universitaria considere a éstos como etapas posteriores de formación y a la luz de su identificación reconsidere las bases de conocimiento académico que debe impartir para facilitar su realización.

e) Los modelos de organización del aprendizaje tienen aún en muchos casos un carácter inorgánico y un costo excesivo tanto para la empresa individual como para el ingeniero o científico. Algunas experiencias permitirían concebir modelos más sistemáticos de organización del aprendizaje tecnológico, a ser realizados por firmas de la misma rama de la producción, con el apoyo de la universidad en lo referente a los aspectos científicos.

f) Si bien existen múltiples dificultades para que conocimientos y experiencias obtenidos en la firma puedan ser identificados y asimilados por la universidad, para su posterior reelaboración como conocimiento de naturaleza científico-tecnológica a ser aplicado en las investigaciones y en la formación de los futuros ingenieros y científicos, la emergencia de comunicaciones de este tipo parecería indispensable para asegurar que la innovación tecnológica pueda retroalimentar a la formación científico-tecnológica. De lo contrario podría ocurrir que los esfuerzos de modificación del horizonte tecnológico al nivel individual de la firma no se traduzcan en avance en la formación de futuros egresados universitarios, lo que a su vez limitaría la capacidad de la firma de disponer de recursos humanos capacitados para la frontera ya adquirida, en las generaciones siguientes de egresados.

g) La posibilidad de asegurar un circuito como el precedentemente indicado incluye necesariamente un mejoramiento del conocimiento científico de las propias universidades. Hasta el momento la universidad parece haber sido eficiente en la formación de ingenieros y en ciertas áreas de ciencias pero los requerimientos del cambio científico-tecnológico parecerían estar demandando el fortalecimiento en algunos casos, y la creación en otros - como sería el caso de ingeniería -, de programas de post-grado a nivel de doctorado orientados fundamentalmente a la investigación y a la formación del futuro personal docente universitario y de los ingenieros y científicos orientados hacia la investigación.

La formación de post-grado en América Latina corre el riesgo de ser desnaturalizada por la demanda de nuevas 'credenciales' académicas para competir mejor en el mercado ocupacional, lo cual conduce a que estos programas no adquieran el nivel de excelencia necesario y no desarrollen investigación.

Paralelamente podría considerarse que ciertas instancias de investigación y desarrollo experimental en la firma constituyen excelentes puntos de partida para el desarrollo de la capacitación científica de los investigadores que puede llegar a traducirse, de existir políticas adecuadas, en mecanismos de graduación con apoyo tutorial de los centros académicos de post-grado.

h) Los centros o institutos de post-grado eventualmente podrían cumplir el papel de incorporadores al circuito universitario tanto de los nuevos conocimientos provenientes del área de la ciencia pura como de aquellos provenientes de la ciencia aplicada en las firmas. Parecería que la estructura de los planes de estudio de los niveles de pregrado tiene una excesiva rigidez y compartimentación como para que los nuevos conocimientos tengan como vía de ingreso a la universidad los actuales cursos.

Si se recuerda que la innovación tecnológica tiene lugar preferentemente en las firmas, si se tiene presente el papel del aprendizaje posterior a la graduación, si se atiende al fenómeno de la movilidad ocupacional de ingenieros y científicos en diversos espacios y si, por último, se tiene presente que solamente la firma está en condiciones de establecer la combinación adecuada de recursos humanos calificados, resulta necesario concluir que la universidad, para contribuir eficazmente al desarrollo tecnológico y científico, debería atender prioritariamente la formación básica científica y tecnológica y la formación especializada de nivel científico, en las que tiene mayor aptitud y capacidad, dejando a las instancias orgánicas o inorgánicas ulteriores a la graduación, la selección y la especialización de los profesionales.

i) Lo anterior no es obstáculo para la existencia de unidades especializadas de investigación y desarrollo experimental propias de sectores productivos que trascienden los objetivos de la firma, como el sector agrícola, que requieren esfuerzos especiales en materia de innovación, para lo cual se requiere la formación de recursos humanos que alimenten la labor de institutos estatales o privados especialmente dedicados a esto.

j) Más allá de las consideraciones precedentes subsiste el problema de cuáles son las condiciones académicas adecuadas para motivar en los futuros ingenieros y científicos el interés en el conocimiento y para generar en ellos la capacidad de innovar.

8. Requerimientos adicionales de investigación

La visión obtenida en esta investigación sobre la formación de ingenieros y científicos vinculados con tareas de producción, innovación y cambio tecnológico en la firma, sugiere la necesidad de realizar investigaciones más detalladas que permitan obtener conclusiones más definitivas y generalizables sobre su formación y participación en las tareas antes mencionadas.

En efecto, la división del trabajo científico-tecnológico en la formación de recursos humanos, y en la generación de innovación tecnológica, es un problema que reviste una complejidad mucho mayor que la generalmente aceptada y cada sector económico y rama de la producción exhibe características particulares y su análisis requiere enfoques diferenciados.

El análisis, desde la perspectiva de la firma, del papel de la universidad en la formación de recursos humanos en ciencias e ingeniería y eventualmente en procesos de innovación y cambio tecnológico en la producción, adquiere un mayor grado de precisión, e investigaciones de esta naturaleza contribuirían al reexamen de sus funciones y objetivos.

Dada la heterogeneidad del sector industrial, y de la estructura y evolución de los sistemas de educación universitaria de la región, los resultados de la investigación realizada en un país no se pueden extender a otros. Por tanto, una visión acabada del problema a nivel regional requiere la realización de estudios detallados en aquellos países en donde la innovación tecnológica en el interior de las unidades de producción ha alcanzado un volumen significativo.

Desde el punto de vista del trabajo ya realizado para la Argentina, en el futuro inmediato sería conveniente llevar a cabo la segunda fase prevista dentro de esta investigación, la cual contempla el examen, desde la perspectiva de la universidad, de los temas e hipótesis analizados en el presente documento. De esta manera se complementaría el estudio del problema y se identificarían aquellos puntos en los cuales no existe coincidencia entre la firma y la universidad. Sobre esta base se podrían elaborar en forma más objetiva lineamientos y recomendaciones de política universitaria.

Por otra parte, dada la rápida evolución de los egresos en las distintas ramas de las ciencias exactas y naturales es importante examinar, desde la perspectiva de la universidad, la inserción ocupacional de estos egresados tanto en unidades de producción como en unidades académicas y de investigación, y su participación en procesos de cambio e innovación tecnológica.

Asimismo, es importante profundizar en torno a las características de la estructura de la demanda de conocimiento de las ramas de producción más relevantes en términos de cambio tecnológico. El examen a nivel de rama de la producción permite estratificar las distintas unidades de producción y además analizar en detalle problemas específicos que inciden sobre su demanda y grado de utilización del conocimiento científico-tecnológico. Las conclusiones de este tipo de investigación pueden ser más fácilmente generalizables a ramas de la producción de países diferentes de aquel en que se realice la investigación.

Otro tipo de investigación se refiere al análisis desde el punto de vista de la firma y ramas específicas de la producción, de aquellos aspectos específicos referidos a la formación de ingenieros y científicos que inciden más directamente sobre su capacidad innovativa, y que requerirían un replanteamiento y un desarrollo más profundo en los programas académicos universitarios. Por ejemplo, es poco lo que se sabe sobre los requerimientos de formación de aquellos ingenieros que trabajan en el diseño y producción de bienes de capital, y en particular de máquinas herramientas. Como se sabe este sector es de importancia crucial en los procesos de innovación tecnológica.

RESUMEN - RÉSUMÉ - SUMMARY

Hasta el presente, el estudio de los recursos humanos universitarios ha sido enfocado fundamentalmente desde dos perspectivas: una cuantitativa y otra cualitativa. El análisis correspondiente a la primera se ha concentrado en los aspectos relativos a la tasa de retorno de inversiones en educación y a la determinación de cantidades de equilibrio entre la oferta y la demanda de recursos calificados y la elaboración de proyecciones con objetivos de programación. En cuanto a la segunda, el análisis se ha centrado en las funciones de la universidad, caracterizándose por su alto grado de generalidad y su naturaleza impresionista.

La investigación documentada por este trabajo se refiere fundamentalmente a los aspectos cualitativos de la formación académica de ingenieros y científicos. Sin embargo, su desarrollo se realiza desde el punto de vista de la firma. En otras palabras, se examina a la universidad desde la perspectiva de las unidades de producción.

Sobre la base de los resultados de los trabajos del programa BID-CEPAL-CIID-PNUD de investigaciones sobre desarrollo científico y tecnológico en América Latina, el estudio parte de la hipótesis de que gran parte de los procesos de innovación tecnológica que han tenido lugar en la Argentina se concretaron debido a las características de la formación académica recibida por los ingenieros y científicos en la universidad.

Las principales contribuciones del trabajo a la comprensión de los problemas de la formación de recursos humanos con objetivos científico-tecnológicos se pueden resumir así: i) se constata que el sistema universitario de formación de ingenieros y científicos en la Argentina se adelanta a los requerimientos del sector productivo; ii) se detecta la existencia de una gran heterogeneidad en la orientación académica de la formación de ingenieros; iii) se observa la presencia de dos modelos académicos diferentes en la formación de ingenieros y científicos; iv) se caracteriza el aprendizaje que realizan los ingenieros y científicos en la firma que constituye una formación profesional complementaria; v) se detecta la presencia de una gran heterogeneidad de la funcionalidad de la formación académica universitaria con respecto a la estructura tecnológica de la firma; vi) desde el punto de vista de la teoría económica, se indica que la demanda de recursos humanos para trabajos de investigación y desarrollo experimental no puede ser derivada directamente de la función de producción de la firma; su contribución a la producción es potencial, y en este sentido la contratación de dichos recursos se asemeja a una inversión en que se incurre en riesgo; vii) finalmente, se observa que la movilidad en la firma a lo ancho del espectro de funciones científico-tecnológicas está altamente determinada por las características de la estructura académica de la formación recibida por los ingenieros y científicos en la universidad.

El trabajo está organizado en siete capítulos. En la Introducción se presenta el marco teórico, los objetivos y metodología del trabajo. El capítulo I analiza la formación universitaria de los ingenieros y científicos,

según la opinión de los empresarios. En el capítulo II se desarrolla el mismo tema, pero desde el punto de vista de los ingenieros y científicos en su trabajo específico. En el III se discute la funcionalidad de la formación universitaria en ciencias e ingeniería con respecto a la estructura tecnológica de la firma. El capítulo IV examina las características del aprendizaje que realizan los ingenieros y científicos en la firma. El V describe las distintas estrategias tecnológicas que puede adoptar la firma y sus implicaciones respecto de la utilización de ingenieros y científicos, para finalizar, en el capítulo VI, con un examen de la movilidad profesional en la firma y una descripción de los distintos modelos de organización del aprendizaje que tiene lugar en la firma.

To date, the study of human resources who are university graduates has been approached from two angles: quantitative and qualitative. Analysis of the former has focused on aspects connected with the rate of return on investments in education and with the determination of equilibrium quantities between the supply and demand of skilled resources and the preparation of projections with programming goals. Insofar as the qualitative angle is concerned, analysis has centred on the university's functions and has been characterized by a highly general and impressionistic nature.

The research documented by this study refers essentially to the qualitative aspects of academic training of engineers and scientists. However, it is developed from the standpoint of the firm. In other words, the university is analyzed from the standpoint of the production unit.

Based on the results of the work of the IDB-ECLA-IDRC-UNDP programme on scientific and technological development in Latin America, the study assumes that the technological innovation processes that have taken place in Argentina were largely achieved owing to the characteristics of the academic training received by engineers and scientists in the university.

The main contributions of the study toward understanding of the problems of training human resources with scientific and technological objectives can be summarized as follows: (i) it confirms that in its origins the university's educational system for engineers and scientists in Argentina is ahead of the requirements of the productive sector; ii) it detects the existence of a great diversity in the academic orientation of the training of engineers; iii) it shows the presence of two different academic models in the training of engineers and scientists; (iv) it characterizes the apprenticeship process that the engineers and scientists undertake in the firm, which constitutes a supplementary professional training; v) it detects the presence of a highly heterogeneous functionality in the university's academic training with respect to the technological structure of the firm; (vi) from the standpoint of economic theory, it indicates that the demand for human resources for Research and Development does not stem directly from the firm's productive function; their contribution to production is potential, and in that respect the engaging of such resources is similar to an investment involving risk;

(vii) lastly, it observes that mobility in the firm across the spectrum of scientific and technological functions is determined to a large extent by the characteristics of the academic structure of the training received by engineers and scientists in the university.

The paper is organized into seven chapters. The Introduction presents the theoretical framework, the goals and methodology of the study, Chapter I analyses the university training of engineers and scientists, from the standpoint of the entrepreneurs. Chapter II develops the same subject, but from the standpoint of engineers and scientists in their specific work. Chapter III discusses the functionality of university education in science and engineering in relation to the technological structure of the firm. Chapter IV examines the characteristics of on-the-job training of engineers and scientists. Chapter V describes the various technological strategies that can be adopted by the firm, and their implications insofar as the utilization of engineers and scientists is concerned; and, lastly, Chapter VI ends up with an analysis of professional mobility in the company and a description of the different models of organization of the apprenticeship process.

Jusqu' à présent, l'étude des ressources humaines universitaires a été netamment envisagée de deux points de vue: l'un quantitatif et l'autre qualitatif. L'analyse quantitative a été axée sur les aspects concernant le taux de retour des investissements en éducation; et sur la détermination de quantités d'équilibre entre l'offre et la demande de ressources qualifiées et l'élaboration des projections en vue de programmation. En ce qui concerne l'analyse qualitative, celle-ci, dont le trait caractéristique a été son niveau élevé de généralité et sa nature impressionniste, s'est axée sur les fonctions de l'université.

La recherche que ce travail a documentée se rapporte surtout aux aspects qualitatifs de la formation académique des ingénieurs et des scientifiques. Cependant, de l'entreprise qu'on en a fait le développement. Autrement dit, on étudie l'université du point de vue des unités de production.

Basée sur les résultats des travaux du Programme BID-CEPAL-CIID-PNUD de recherches sur le développement scientifique et technologique en Amérique Latine, cette étude s'appuie sur l'hypothèse qu'une grande partie des processus d'innovation technologique ayant en lieu en Argentine a pu se concrétiser en raison des caractéristiques de la formation académique que les ingénieurs et les scientifiques ont reçue à l'université.

Les principales contributions de ce travail à la compréhension des problèmes ayant égard à la formation des ressources humaines avec des objectifs scientifiques et technologiques, peuvent être résumées ainsi: i) on constate

qu' en Argentine, le système universitaire de formation des ingénieurs et des scientifiques est en avance des exigences du secteur productif; ii) on relève l'existence d'une grande hétérogénéité quant à l'orientation académique de la formation des ingénieurs; iii) on remarque la présence de deux modèles différents dans la formation des ingénieurs et des scientifiques; iv) on caractérise l'apprentissage que font les ingénieurs et les scientifiques a l'entreprise, comme une formation professionnelle complémentaire; v) on note une grande hétérogénéité de la fonctionnalité de la formation académique universitaire par rapport à la structure technologique de l'entreprise; vi) on montre, du point de vue de la théorie économique, que la demande des ressources humaines pour les travaux de Recherche et Développement expérimental ne peut être directement dérivée de la fonction de production de l'entreprise; sa contribution à la production est potentielle et dans ce sens, l'embauche des dites ressources ressemble à un investissement à risques; vii) finalement, on observe que la mobilité dans l'entreprise, tout au long du schéma des fonctions scientifiques et technologiques, est hautement déterminée par les caractéristiques de la structure académique de la formation reçue par les ingénieurs et les scientifiques à l'université.

Ce travail comprend sept chapitres. À l'introduction, on présente son cadre théorique, ses objectifs et sa méthodologie. Au premier chapitre, on analyse la formation universitaire des ingénieurs et des scientifiques, d'après l'opinion des dirigeants d'entreprises. Au deuxième chapitre, on développe le même sujet, mais du point de vue des ingénieurs et des scientifiques dans leur travail spécifique. Au troisième chapitre, on discute la fonctionnalité de la formation universitaire des scientifiques et des ingénieurs par rapport à la structure technologique de l'entreprise. Au quatrième chapitre, on étudie les caractéristiques de l'apprentissage réalisé par les ingénieurs et les scientifiques à l'entreprise. Au cinquième chapitre, on décrit les différentes stratégies à suivre par l'entreprise et ses implications au sujet de l'utilisation des ingénieurs et des scientifiques. Au sixième chapitre, on conclue par un examen de la mobilité professionnelle a l'entreprise et par une description de différents modèles d'organisation de l'apprentissage ayant lieu dans l'entreprise, elle même.

**Proyecto "Desarrollo y Educación
en América Latina y el Caribe"**

Publicaciones

Educación e industrialización en la Argentina. DEALC/1.

Educación y desarrollo en Costa Rica. DEALC/2.

Financiamiento de la educación en América Latina. DEALC/3.

Expansión educacional y estratificación social en América Latina. DEALC/4.

Modelos educativos en el desarrollo histórico de América Latina. DEALC/5.

Educación, imágenes y estilos de desarrollo. DEALC/6.

Educación y desarrollo en el Paraguay. DEALC/7.

Seminario "Desarrollo y educación en América Latina y el Caribe". Informe final. DEALC/8.

Industria y educación en El Salvador. DEALC/9.

Educación, lengua y marginalidad rural en el Perú. DEALC/10.

Educación para el desarrollo rural en América Latina. DEALC/11.

La escuela en áreas rurales modernas. DEALC/12.

Bibliografía sobre educación y desarrollo en América Latina y el Caribe. DEALC/13.

Bibliografía. Universidad y desarrollo en América Latina y el Caribe. DEALC/14.

La educación rural en la zona cafetera colombiana. DEALC/15.

Education and development in the English-speaking Caribbean. A contemporary survey. DEALC/16.

La educación no-formal en la reforma peruana. DEALC/17.

Heterogeneidad técnica, diferenciales de salario y educación. DEALC/18.

Disyuntivas de la educación media en América Latina. DEALC/19.

Educación y desarrollo en el Ecuador. DEALC/20.

Segundo Seminario "Desarrollo y educación en América Latina y el Caribe". Informe final. DEALC/21.

Para evitar extravíos se ruega a los receptores acusar recibo de cada publicación y dar a conocer cualquier cambio o error en las direcciones utilizadas.

Precio de cada publicación: US\$ 2.- (incluido franqueo de superficie)

Envíos contra cheque a la orden de Naciones Unidas por el monto correspondiente.

