

BID
Banco Interamericano
de Desarrollo

CEPAL
Comisión Económica
para América Latina

CIID
Centro Internacional de
Investigaciones para el Desarrollo

PNUD
Programa de las Naciones Unidas
para el Desarrollo

Programa de Investigaciones sobre
Desarrollo Científico y Tecnológico
en América Latina
Monografía de Trabajo Nº 51



CAMBIO TECNOLÓGICO EN LA
INDUSTRIA METALMÉCANICA LATINOAMERICANA
Resultados de un Programa de Estudios de Casos

Jorge Katz

Distribución
RESTRINGIDA
Julio 1982
ORIGINAL: ESPAÑOL

Jorge M. Katz es Director del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires.

Este trabajo está dedicado a Julio Fidel. Quienes tuvimos el placer de compartir su amistad, lo recordaremos siempre.

Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD
Oficina de la CEPAL en Buenos Aires
Callao 67, 3°
1022, Buenos Aires, Argentina

I N D I C E

SECCION	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. NATURALEZA DE LA TECNOLOGIA METALMECANICA	5
II.1. Diferencias entre los procesos continuos y discontinuos	5
a. Proceso de producción en grandes lotes	7
b. Producción seriada, en lotes chicos	7
c. Producción a pedido o por órdenes individuales	8
II.2. Tipo y volumen de producción, disponibilidad de mano de obra calificada y otros determinantes del proceso productivo utilizado por la industria metalmeccánica	11
II.3. Subcontratistas	16
a. Aspectos técnicos	18
b. Aspectos económico-financieros	18
III. EL ESCENARIO TECNOLOGICO LATINOAMERICANO EN EL CAMPO METALMECANICO. EVIDENCIA EMPIRICA EMERGENTE DE UN PROGRAMA DE ESTUDIOS DE CASOS	21
III.1. Producción en 'línea'	23
III.2. Producción 'discontinua' con organización en 'talleres'	31
IV. PROTECCION, CONDUCTA TECNOLOGICA Y 'ETAPAS' MADURATIVAS EN EL AREA DE LA PRODUCCION METALMECANICA LATINOAMERICANA ..	53
a. La empresa familiar, basada en el ingenio mecánico de un individuo (o grupo de individuos)	54
b. La empresa subsidiaria de una firma extranjera	55
c. La empresa pública	56

V.	INDUSTRIA METALMECANICA Y POLITICA PUBLICA	67
V.1.	Tamaño del mercado, producción en 'línea' y exportaciones	68
V.2.	Duración del período de 'aprendizaje tecnológico', política de protección y el concepto de la 'brecha tecnológica relativa'	69
V.3.	Esfuerzos de investigación y desarrollo y de difusión de conocimientos tecnológicos	70
V.4.	Subcontratistas y provisión de insumos básicos	75
V.5.	Equipamiento y recursos humanos calificados	76
V.6.	Otros temas generales	78
APENDICE	81

I. INTRODUCCION

La industria metalmeccánica está pasando por una etapa de franca transformación en el escenario internacional. El rápido desarrollo de la producción japonesa y su penetración en mercados de Europa y Estados Unidos, la gradual consolidación de varios países de 'industrialización reciente' como Brasil, Corea o Taiwan como productores y exportadores de productos metalmeccánicos diversos, la dramática irrupción de la robótica como paso reciente de una creciente automatización del proceso productivo y de un uso cada vez más intensivo de la microelectrónica en distintos tramos del mismo y, por sobre todo, la idea intuitiva de que los cambios en vías de gestación -en lo tecnológico, en lo organizacional, en aspectos relativos al comercio internacional, etc.- son de magnitud considerable, hacen de esta industria un campo de indudable atractivo para el análisis económico.

En el presente trabajo examinaremos varios aspectos de la realidad latinoamericana en esta materia. Los establecimientos metalmeccánicos de la región están lejos de constituir una réplica de plantas metalmeccánicas de países desarrollados. Tanto los procesos productivos como la organización de la producción prevalentes en la región difieren significativamente de los observables en idénticos campos de actividad en países industriales maduros. Es más, las diferencias también son profundas entre distintos países latinoamericanos reflejando ello la gran diversidad de situaciones existentes al interior de la región.

Siendo ello así resulta por demás evidente que una detenida exploración microeconómica en distintas subramas de la industria metalmeccánica de diversos países latinoamericanos debía constituir un paso inicial necesario para toda acción o reflexión posterior, ya sea en el terreno de lo teórico-analítico o en el de la formulación e implementación de instrumentos de política económica y tecnológica.

Desde 1979 hasta el presente, cuatro Agencias Internacionales han copatrocinado un Programa de Investigaciones en el campo de la producción metalmeccánica latinoamericana, cuyos resultados examinaremos a lo largo de este trabajo. ^{1/} Dicho Programa constituye un intento de cubrir la carencia de información básica acerca de la realidad metalmeccánica de la región a través de la realización de un número amplio de estudios de casos en los que se examina en detalle la conducta económica y tecnológica de cerca de medio centenar de firmas metalmeccánicas radicadas en Argentina, Brasil, Colombia, México, Perú y Venezuela. En este trabajo presentaremos los principales resultados emergentes de dichas investigaciones, e incursionaremos, aunque sólo sea a título preliminar, en los grandes temas de política económica y tecnológica a que dichos resultados naturalmente nos remiten.

Las páginas que siguen no constituyen un estudio sectorial de tipo convencional. Por un lado, porque la muestra examinada de ninguna manera nos permite hablar de cobertura en un sentido estadístico. Por otro lado, y más importante aún, porque la metodología empleada -estudio de casos individuales- nos lleva a iluminar

^{1/} El Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina ha dado lugar a una extensa nómina de Monografías de Trabajo. Las referencias específicas y una lista completa de las mismas podrán encontrarse a lo largo del presente texto y en un apéndice final al mismo. El conjunto de dicho material se halla a disposición del lector interesado.

el carácter altamente idiosincrático de las funciones domésticas de producción, de la organización industrial y la conducta innovativa local, etc., pero no nos permite arribar a modelos analíticos y a conclusiones de carácter universal. Puede decirse sin temor a errar que gran parte del conocimiento disponible en América Latina en materia de conducta innovativa, organización industrial y carácter peculiar e idiosincrático de las funciones de producción localmente empleadas, es aún de naturaleza preteórica y que es mucho lo que aún resta por estudiar si hemos de arribar a una teoría -aunque sólo sea de índole verbal- que nos permita describir adecuadamente la conducta económica y tecnológica de empresas metalmeccánicas de la región y, posteriormente, pasar al terreno de las recomendaciones de política pública.

Los diversos estudios de casos que sirven de base al presente esfuerzo de generalización han tenido como preocupación principal la de examinar en detalle la conducta tecnológica de las empresas seleccionadas. Se parte de la idea de que dicha conducta tecnológica se halla íntimamente relacionada con la performance general de cada empresa, ya sea que ésta se refiera a mejoras en la productividad global de factores, alcanzadas a través del tiempo, a cambios en la posición competitiva de la firma en el escenario doméstico y/o internacional, etc. La conducta tecnológica se manifiesta en, al menos, tres grandes esferas de acción en las que toda empresa debe contar tanto con una tecnología -o 'paquete' de información técnica- inicial como con un flujo sistemático de conocimientos tecnológicos incrementales que le permitan mejorar la performance operativa. Dichas esferas de acción son: i. La del diseño de productos. Este incluye: especificaciones de detalle de partes y piezas, planos e instrucciones de fabricación, mantenimiento, etc. de el/los producto/s a ser elaborado/s; ii. La de la ingeniería del proceso productivo en sí. Dicha ingeniería de producción involucra la nómina de máquinas a ser empleadas, los dispositivos y herramientas que las acompañan, las normas operativas y de mantenimiento de dichos equipos, etc.; finalmente, iii. La de la organización y planeación de la producción, área que está referida al empleo y manejo de subcontratistas, al control de compras, stocks e inventarios, a la planificación de la carga de máquinas, etc. En otros términos: la conducta tecnológica de toda empresa industrial abarca tanto la selección original de tecnología, como su posterior mejora y modificación a través del tiempo, y se refiere al diseño de productos, a la tecnología de producción en sí misma y, finalmente, a la tecnología de organización y planeación de la producción.

La conducta tecnológica de una empresa emerge como resultante de una compleja interrelación de variables. Como veremos posteriormente, algunas de dichas variables provienen de la historia técnico-económica de cada firma en particular, otras derivan del mercado en el que la firma actúa y de su confrontación con otras empresas competidoras. Finalmente, otras emergen de la macroeconomía general en que dicho mercado se inserta y del ritmo de progreso tecnológico general que sufre la frontera técnica de la rama en cuestión. En otras palabras, la conducta empresarial en general -y la conducta tecnológica, en particular- resultan de una compleja interacción entre lo estrictamente específico e idiosincrático de una planta industrial dada, el mercado en que dicha planta actúa y los parámetros técnico-económicos de la economía como un todo. Dicha interacción posee un carácter dinámico e involucra un proceso secuencial factible de ser examinado en 'etapas'; a lo largo de dichas 'etapas' la firma acumula experiencia, logra éxitos y sufre fracasos, y va gradualmente desarrollando la posibilidad de emplear 'paquetes' de información tecnológica de creciente complejidad. Todo ello conforma los rasgos centrales de un proceso madurativo de largo plazo que, argumentaremos, no ha sido aún adecuadamente descrito

y comprendido por la teoría convencional del desarrollo económico.

Los resultados que más adelante se presentan constituyen el producto de un esfuerzo exploratorio microeconómico que está comenzando a dar frutos en términos de una descripción novedosa de la conducta técnico-económica de la empresa industrial latinoamericana y de la secuencia madurativa que la misma va experimentando a través del tiempo. Dichos resultados arrojan nueva luz sobre el viejo debate acerca de la industria incipiente, las ventajas comparativas dinámicas y el patrón de industrialización, al mostrar que el 'aprendizaje tecnológico', y las externalidades asociadas al mismo, van mucho más allá de lo que con frecuencia se acepta en la literatura profesional de años recientes. ^{2/}

El plan de la presente monografía es el siguiente: la Sección II examina con cierto detalle algunos rasgos técnicos propios de la tecnología metalmeccánica, efectuándose allí una rápida comparación de la misma con la que caracteriza a las llamadas 'industrias de proceso' -típicamente la petroquímica, la producción siderúrgica, etc.- en las que el producto final es más homogéneo y estandarizado y en las que el proceso productivo por lo general toma la forma de un flujo continuo, elaborado con equipos e instalaciones especialmente diseñados a tal efecto, y sin que medie la gran multiplicidad de subprocesos y la actividad final de ensamble, que caracterizan a la producción metalmeccánica.

Varios de los rasgos técnicos aquí identificados como propios de la tecnología metalmeccánica inciden sobre la conducta técnico-económica de las firmas del sector. Tanto en la selección original de tecnología, como en su posterior modificación a través del tiempo, la conducta empresarial se ve afectada -entre otras cosas- por fuerzas y hechos que emergen de la naturaleza misma de la tecnología metalmeccánica, razón por la que hemos creído importante comenzar el presente análisis de resultados a través de una revisión sistemática de los condicionantes técnicos que afectan a la empresa metalmeccánica en general.

La Sección III entra de lleno al análisis de los resultados obtenidos. Es inmediatamente obvio que median grandes diferencias madurativas en lo que a producción metalmeccánica se refiere al interior de América Latina. Algunos países -típicamente Brasil- han transitado con éxito a través de un lento proceso madurativo y de acumulación de experiencia, proceso cuya duración debe medirse en décadas.

A lo largo de dicho proceso madurativo la industria metalmeccánica ha ido ampliando y diversificando los campos cubiertos, creciendo el peso relativo de la maquinaria eléctrica por sobre la no eléctrica. Concomitantemente, ha ido aumentando la proporción del personal calificado y técnico empleado por la rama, a la vez que se

^{2/} Al respecto de lo que aquí llamamos la 'literatura convencional', el lector puede ver Bela Balassa & Michael Sharpston, "Export Subsidies by Developing Countries: Issues of Policy", World Bank Reprint Series: Number Fifty-one. Reprint from Commercial Policy Issues, Ginebra, noviembre 1977. Bela Balassa, "Export Incentives and Export Performance in Developing Countries: A Comparative Analysis", World Bank Reprint Series: Number Fifty-nine, Reprinted from Weltwirtschaftliches Archiv 114, Tubingen, 1978. Jagdish N. Bhagwati & T.N. Srinivasan, "Trade Policy and Development", World Bank Reprint Series: Number Ninety, Reprint from International Economic Policy: Theory and Evidence, Rudiger Dornbusch & Jacob A. Frenkel, eds., Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1978.

ha ido desarrollando una importante base tecnológica autóctona. Otros -como Perú y Venezuela- se hallan recién en las etapas iniciales de una secuencia que ha comenzado más recientemente y que involucra la producción de rubros metalmecánicos más sencillos -por ejemplo, equipos agrícolas como arados, rastras, etc. o máquinas para la industria de la construcción, como remolques, mezcladoras de cemento y otros-. Los estudios de casos encarados en el marco del presente Programa de Investigaciones brindan considerable información acerca de las diferencias madurativas que aparecen asociadas a la distinta 'edad' del sector en diferentes países de la región. Asociado también al tema de la 'edad' aparece el de la complejidad tecnológica de los establecimientos fabriles examinados. Argentina y Brasil muestran importantes signos de desarrollo en materia metalmecánica ya desde la década de los años 30. Varios de los estudios de casos llevados a cabo en dichos países corresponden a firmas que han cumplido tres (y hasta cuatro) décadas de existencia fabril, y en las que el historial técnico-económico es sumamente rico y representativo de tendencias y decisiones de largo plazo. Por el contrario, Perú y Venezuela nos enfrentan con historias empresarias mucho más cortas, en algunos casos de duración inferior a una década.

Colombia y México aparecen en algún punto intermedio entre ambos extremos.

Otros varios rasgos de las plantas metalmecánicas examinadas confirman esa primera impresión de "diferencias madurativas" a que hace referencia el tema de la 'edad' de las plantas fabriles examinadas. Dentro de estos otros rasgos hallamos aspectos tales como la complejidad del equipamiento, el empleo de subcontratistas, el desarrollo de los distintos departamentos o secciones de ingeniería al interior de la empresa y la sofisticación de los mismos en materia de diseño de productos, ingeniería de procesos e ingeniería de planeación y organización de la producción.

A lo largo de la Sección III examinamos comparativamente el material emergente de los distintos estudios de casos buscando iluminar los alcances, determinantes y consecuencias de las diferencias madurativas previamente apuntadas.

La Sección IV intenta retomar algunos viejos temas del debate teórico sobre industria incipiente, externalidades y ventajas comparativas dinámicas, pero esta vez a la luz de los resultados presentados en la Sección anterior. Pese a que sólo estamos frente a evidencia empírica de naturaleza parcial, el material recogido en los diversos estudios de casos constituye un importante activo a partir del cual resulta interesante volver a la teoría recibida.

Finalmente, la V y última Sección del trabajo incursiona, aunque sólo sea en forma breve, en el terreno de la política económica y tecnológica. Se examinan allí diversos temas en los que nuestros resultados revelan la existencia de terreno fértil para mejorar el 'modus operandi' de la industria metalmecánica latinoamericana y su inserción en el escenario internacional.

II. NATURALEZA DE LA TECNOLOGIA METALMECANICA

La industria metalmeccánica abarca a todos aquellos sectores productivos que se dedican a la transformación de metales 1/. Se incluye dentro de este subconjunto manufacturero tanto a las plantas de fundición y forja como a los talleres de estampado, corte y soldadura, tratamiento térmico, etc. de metales diversos. Finalmente, el sector también agrupa a los establecimientos de armado y ensamble final de Maquinaria Eléctrica y no Eléctrica, de Vehículos y Materiales de Transporte y de Equipos varios de índole científica.

La tecnología de estas ramas productivas posee una gama de rasgos peculiares que, sin duda, afectan la conducta tecnológica de la empresa, tanto en el momento de la selección inicial de tecnología como a lo largo de toda la historia tecnológica posterior de una firma dada. Entre dichos rasgos peculiares, típicos de la tecnología metalmeccánica, vale la pena mencionar: i. El gran número y la enorme diversidad de subprocesos necesarios para producir un producto metalmeccánico dado. ii. La amplitud y complejidad del 'árbol de componentes' que liga a piezas, submontajes y productos finales. iii. La universalidad, o carácter de uso múltiple, que posee una parte más o menos importante del equipamiento utilizado por el sector. iv. El alto grado de sustituibilidad entre subprocesos y técnicas productivas, etc.

Conjuntamente con otras variables de naturaleza eminentemente económica, tales como el tamaño del mercado, los precios relativos de factores, el grado de imperfección prevalente en los mercados de factores y de información técnica, el nivel de protección, etc.; los rasgos tecnológicos antes mencionados inciden tanto sobre la selección original de tecnología efectuada para la instalación de todo nuevo establecimiento productivo, como sobre el tipo de esfuerzos tecnológicos realizados por dicho establecimiento a posteriori, en oportunidad de lanzar productos nuevos al mercado, incorporar nuevas máquinas o líneas de producción, reorganizar el 'lay-out' de la planta fabril, etc.

Dada pues la importancia crucial que atribuimos a dichos rasgos tecnológicos como determinantes de la conducta empresaria nos parece conveniente comenzar examinándolos en mayor detalle. Las páginas siguientes se dedican a ello.

II.1. Diferencias entre los procesos continuos y discontinuos

A diferencia de las industrias llamadas 'de proceso' -en las que, por lo general, podemos hablar de la transformación de una materia prima en un producto, relativamente homogéneo, a través de un subproducto único, o de una secuencia que implica un reducido número de 'etapas'- la producción metalmeccánica abarca una gama sumamente heterogénea de productos a los que se llega a través de una extensa nómina de subprocesos. La producción de cemento, acero, etc. o la refinación de petróleo, constituyen ejemplos del primer tipo de situación, en tanto que la fabricación de

1/ NACIONES UNIDAS. Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Informes Estadísticos, Serie M Nº 4, Rev. 2, Nueva York, 1969.

un motor eléctrico, un automóvil o una cosechadora lo son del segundo. La extensa gama de subprocesos que reclama la producción metalmeccánica, conjuntamente con otros rasgos tales como la heterogeneidad del producto, el carácter 'labour-paced' de muchos subprocesos -especialmente en la etapa del montaje o ensamble- etc. han determinado que fueran las llamadas industrias 'de proceso' las que se prestaran más fácilmente a la producción continua. Veamos primero el tema del número y complejidad de los subprocesos requeridos así como el alto grado de sustituibilidad prevalente entre los mismos. Para fabricar un eje de automóvil o tractor se precisa primero de la Fundición -o, alternativamente de la Forja- seguido luego del Mecanizado, más tarde del Tratamiento Térmico, etc. Observamos aquí tanto la diversidad de subprocesos requeridos como también la posibilidad técnica de sustituir un subproceso por otro. Es más, el mecanizado será diferente si el eje en cuestión viene de un taller de fundición o de una planta de forja, hecho que revela que no sólo hay sustitución entre subprocesos sino que dicha sustitución puede a veces alterar la naturaleza técnica de los subprocesos utilizados y, de allí en más, el 'lay-out' y diseño de la planta fabril. Hasta aquí lo inherente al número de subprocesos y a la interdependencia entre los mismos.

Decíamos más arriba que la industria metalmeccánica se caracteriza también por la complejidad del 'árbol de componentes' que liga a piezas, submontajes y productos. Ocurre que todo producto final complejo -por ejemplo, un automóvil- es la suma de una serie de subconjuntos, cada uno de los cuales reclama a su vez un montaje propio efectuado con anterioridad. Ciertos subconjuntos o piezas pueden ser comunes a distintos productos finales, como cuando se usan motores eléctricos normalizados en la fabricación de distintos productos electrodomésticos de uso hogareño. La posibilidad de producción descentralizada de dichos items normalizados, (posibilidad que emerge de la naturaleza misma de la tecnología metalmeccánica), incide fuertemente sobre los costos de fabricación a través de la aparición de economías de escala y a la posibilidad de operar en base a subcontratistas especializados.

Las diferencias entre las 'industrias de proceso' y las ramas metalmeccánicas por supuesto no acaban en el mayor número de subprocesos que normalmente integran la tecnología de estas últimas, ni en la mayor complejidad y amplitud del 'árbol de componentes' y de las opciones de descentralización y especialización que éste trae aparejado. Otros rasgos técnicos igualmente importantes son: i. El carácter universal y de uso múltiple de una parte importante del equipamiento utilizado. Esto implica que una proporción muy significativa de las máquinas y herramientas empleadas por el sector resulta útil para la fabricación de una gran variedad de productos finales. ii. La enorme diversidad y heterogeneidad de los productos finales elaborados. Dentro de este tema aparece no sólo la gran variedad de especificaciones y modelos, que, con frecuencia, se producen de un mismo producto, sino también las distintas calidades que pueden fabricarse de productos que cumplen funciones más o menos equivalentes. iii. En muchos subprocesos la calidad de la mano de obra con frecuencia define el tiempo de preparación de las máquinas, el nivel de tolerancia alcanzado y la tasa de defectos y rechazos con que trabaja un determinado establecimiento fabril. Veremos posteriormente que coexisten al interior de una determinada rama productiva fuertes diferencias de productividad entre establecimientos. Parte de la explicación de dichas diferencias está asociada a la diversidad de calidad de la mano de obra empleada por distintas firmas. Veamos todos estos rasgos técnicos con un poco más de detalle.

La universalidad y uso múltiple de parte del equipamiento y la heterogeneidad

de los productos -especificaciones y calidades- ofrecidos, afectan la selección de tecnología en tanto hacen factible la sustitución entre equipos a nivel de subprocesos individuales al tiempo que también afectan la secuencia óptima de subprocesos requerida para fabricar una determinada pieza o componente. A su vez, la naturaleza 'labour-paced' de muchos subprocesos hace que los coeficientes técnicos teóricos sólo tengan un carácter indicativo, existiendo un amplio margen para el aprendizaje tecnológico y los diferenciales interempresarios de productividad, aun entre plantas industriales estrechamente competidoras.

La tecnología empleada por todo establecimiento metalmeccánico habrá de reflejar los rasgos técnicos previamente enumerados. Lo hará desde el momento mismo de la selección del equipamiento original y del diseño del 'lay-out' con que comienza a operar todo establecimiento fabril y lo seguirá haciendo luego a lo largo de toda la historia técnica de la empresa, en oportunidad de plantearse el lanzamiento de nuevos productos, la incorporación de nuevas máquinas, la reorganización del lay-out de planta, etc.

A grandes rasgos, y atendiendo al tipo de producto y al volumen de producción a ser elaborado podríamos caracterizar tres 'formas' básicas de tecnología metalmeccánica.

a. Proceso de producción en grandes lotes

En el campo metalmeccánico la producción continua corresponde al caso de fabricación de grandes lotes de items homogéneos. Ejemplos típicos de este tipo de situación son la fabricación de automóviles, motores eléctricos estándar, etc. El grado de automatización puede variar dependiendo del número de subprocesos que se ejecuten manualmente, ^{2/} y del grado de mecanización de las actividades auxiliares de la producción, como son el transporte, la inspección y control de calidad, etc.

En plantas de producción continua una parte del equipo de capital tiende a ser específico para un subproceso dado, o para varios subprocesos tomados conjuntamente, como por ejemplo los 'centros de mecanizado'. También puede llegarse a la situación límite de una 'línea' de producción continua totalmente automatizada y diseñada para fabricar un único producto estándar (ejemplo: motores eléctricos simples).

b. Producción seriada, en lotes chicos

Un gran número de sectores metalmeccánicos produce en pequeños lotes y con un reducido número de órdenes al año. Estos abarcan desde la fabricación de maquinaria agrícola hasta la de aviones o locomotoras, pasando por las máquinas herramienta, etc. Este tipo de establecimientos se organiza en 'talleres', esto es, en secciones

^{2/} Por ejemplo, en una planta de fabricación de motores eléctricos, el bobinado del rotor puede hacerse en forma manual, semiautomática o totalmente automatizada, al margen de que la producción esté organizada en 'línea'. Lo mismo puede decirse con respecto a otros subprocesos o en relación a tareas auxiliares al proceso productivo, como son el transporte o la inspección y control de calidad.

o departamentos que llevan a cabo una determinada tarea de transformación y, para ello, agrupan a todos los equipos de un determinado tipo. Por ejemplo, el taller de tornería, la sección de rectificado, etc. Las partes, piezas y subconjuntos son aquí transportadas -manual o mecánicamente- de un 'taller' a otro.

Cada una de las secciones emplea equipos más universales y mano de obra de mayor calificación que en el caso anterior. La mayor versatilidad de los equipos y la más elevada capacitación de los operarios son rasgos típicos de la producción 'discontinua' en lotes chicos, o por órdenes individuales. En este tipo de fábricas disminuye en términos relativos el tiempo de preparación de máquinas -previo a la tarea en sí de transformación del metal- y aumenta, también en términos relativos, el tiempo directo de transformación.

Un establecimiento de tipo discontinuo puede o no haber sufrido un proceso de reordenamiento técnico-organizativo destinado a contrarrestar parcialmente los efectos negativos de su carácter "fragmentado". Por lo general, cuando dicho ordenamiento se lleva a cabo, el mismo tiene como propósito el de 'linearizar' tramos sucesivos del proceso global a través de la aplicación de la llamada 'tecnología de grupos', organización por 'grupos tecnológicos' o alguna otra técnica organizativa que implique esfuerzos de estandarización y normalización. 3/

c. Producción a pedido o por órdenes individuales






Las plantas especializadas en la fabricación a pedido, o por órdenes individuales, -por ejemplo, turbinas, equipos para centrales hidroeléctricas o atómicas, etc.- también se organizan bajo la forma de 'talleres', esto es, de manera discontinua. La amplitud del output mix es en estos casos mayor que en el de los establecimientos que operan en lotes chicos, dando ello por resultado una mayor complejidad organizativa.

Tras esta primera caracterización de los tres tipos básicos de establecimientos metalmeccánicos frecuentemente encontrados en la práctica, y observando que tanto la producción en pequeños lotes como por órdenes individuales ocurre en plantas fabriles discontinuas, organizadas en 'taller', habremos de profundizar nuestro análisis concentrándonos en dos formas básicas de organización del proceso productivo: i. Producción en grandes series, organizada en 'línea', y, ii. Producción en series cortas, o por pedidos individuales, organizada en 'taller'. Para poder comprender en detalle las diferencias de fondo que median entre ambas formas organizativas, dividiremos el proceso productivo en 'actividades', como normalmente lo hace la ingeniería industrial; 4/ ello nos permitirá observar dónde se gestan las diferencias más notorias de funcionamiento y productividad entre uno y otro tipo de organización del proceso de trabajo.

3/ E.A. Arn; Group Technology, Springer-Verlag, Nueva York, 1975. Especialmente: The Group Technology Flow Line, p. 9 y sigs.

4/ Véase, por ejemplo, Introducción al Estudio del Trabajo, OIT, Ginebra, 1966, p. 86 y sigs.

Todo establecimiento industrial desarrolla las siguientes cinco 'actividades' ^{5/}:

<u>Símbolo</u>	<u>'actividad'</u>	<u>significado</u>
	Transporte	Implica el traslado de un objeto de un lugar a otro, salvo en aquellos casos en que dicho traslado es parte de una operación de transformación.
	Operación	Operación es la modificación física o química de un objeto, su ensamble o desensamble con otros, o su preparación para una operación subsiguiente.
	Inspección	Es el examen de un objeto para identificar cantidad o calidad de cualquiera de sus propiedades.
	Espera	Hay espera cuando las condiciones -salvo las intencionalmente introducidas- no permiten la ejecución de la acción siguiente prevista en el proceso productivo.
	Almacenamiento	Existe almacenamiento cuando el objeto es guardado a la espera de un traslado autorizado.

La suma de estas cinco 'actividades' conforma el proceso productivo de toda planta industrial, entre éstas, aquellas de producción metalmeccánica. Examinando comparativamente establecimientos fabriles organizados en 'línea' y plantas de producción discontinua organizadas en 'taller' surge con claridad que del total de horas trabajadas en uno y otro caso, la proporción de horas directas de transformación -u horas de Operación- resulta significativamente menor en las plantas de proceso discontinuo organizadas en 'taller'. En éstas el plantel operario dedica mucho más tiempo a: Esperar y Acarrear materiales, herramientas y dispositivos. Buscar e interpretar información técnica. Reparar máquinas y herramientas, (más allá de las horas normales de Mantenimiento), etc. En otros términos: es parte de la naturaleza misma de la tecnología metalmeccánica el hecho de que los procesos productivos discontinuos y organizados en 'taller' sean mucho más intensivos en 'tiempos muertos', y en tiempos de transporte ^{6/}, en la medida en que,

^{5/} Queremos agradecer en este punto la ayuda del Ing. Angel Castaño quien nos ha facilitado acceso a bibliografía general sobre este tema así como también un manuscrito personal no publicado en el que examina el tema del uso del control numérico en la industria metalmeccánica a partir de categorías semejantes a las aquí empleadas.

^{6/} El hecho de que tales 'tiempos muertos' existan no es razón necesaria y suficiente como para que una línea de proceso continuo sea más eficiente que una organización productiva en taller. El diferencial de salarios del plantel obrero que actúa en uno y otro caso y las diferencias provenientes de los restantes insumos también deberán ser tenidas en cuenta a fin de arribar a un juicio comparativo. Véase Howard Pack, "The Capital Goods Sector in LDCs: A Survey", mimeo, abril, 1979.

una planta organizada en 'línea' minimiza ex-ante la duración del ciclo de fabricación. En la producción en 'línea' las actividades y transformaciones técnicas se suceden unas a otras en forma balanceada y coordinadas hasta el nivel del micro-movimiento. También los stocks y puntos de almacenamiento de materiales en curso de elaboración, parte, piezas, subconjuntos, etc. se localizan y dimensionan en concordancia con el balanceo general de la 'línea'. Para que todo ello sea así el producto final debe estar altamente normalizado y una parte del equipo de capital debe ser de naturaleza específica, es decir, estar especialmente diseñado para realizar una tarea particular o combinación de tareas.

Contrariamente a dicho cuadro las plantas de tipo discontinuo y organizadas en 'taller' son entidades mucho menos planificadas. La ubicación de los 'talleres' en el espacio físico no es única, ni permanece constante a través del tiempo. Varios productos diferentes son fabricados simultáneamente ya que ahora es el producto el que circula entre 'talleres', no estando el 'lay-out' de fábrica armado en función de las sucesivas transformaciones técnicas requeridas por un determinado producto. Existe, en este caso, gran flexibilidad respecto a la manera en que se organiza la producción. Dado que todas las máquinas de un cierto tipo pueden hacer una determinada tarea, la misma se asigna a aquella máquina que ocasionalmente estuviera desocupada. Es esto lo que le otorga un papel crucial a la organización del programa (semanal, diario) de carga de máquinas, ya que éste habrá de decidir el mayor o menor grado de utilización del equipo de capital disponible.

En resumen: es obvio que median importantes diferencias estructurales entre la tecnología de una planta de proceso continuo organizada en 'línea' y la de un establecimiento de carácter discontinuo organizado en la forma de 'taller'. La configuración física de la planta, el equipo de capital empleado, la organización del proceso productivo, etc. serán significativamente diferentes en uno y otro caso. La elección de una u otra opción -esto es, si instalar una planta de proceso continuo, y de producción en 'línea', o si montar un establecimiento fabril tipo 'taller'- está condicionada por: i. El tipo de producto a ser elaborado, ii. El tamaño del mercado (o volumen previsto de producción), iii. Los precios relativos de factores, etc. A su vez, la elección de una u otra vía de organización del proceso productivo indefectiblemente habrá de condicionar la totalidad de la historia técnico-económica de una empresa a partir del momento mismo de su instalación. Argumentaremos a lo largo de este estudio que en una extensa nómina de industrias metalmeccánicas, el "modo" típico de producción en la región latinoamericana es el del 'taller' de tipo discontinuo, en tanto y en cuanto la producción de países desarrollados tiene lugar en 'líneas' de proceso continuo y de alto grado de automatización. Las diferencias de productividad global que se derivan de esta distinta organización del proceso productivo son sumamente importantes y condicionan la viabilidad misma de los productores latinoamericanos si es que esto último pretende ser evaluado en un marco de apertura a la competencia internacional. Acerca de esto tendremos oportunidad, algo más adelante en el presente trabajo, de observar cómo, en un extenso número de situaciones, la decisión tecnológica inicial de montar una planta pequeña, organizada de manera discontinua, hubo de acotar y restringir tanto el sendero tecnológico posteriormente asequible a una determinada empresa, como la viabilidad misma de subsistencia de la firma en el marco de una creciente competencia internacional.

Habiendo hasta aquí mostrado de qué manera la naturaleza misma de la tecnología metalmeccánica condiciona la conducta tecnológica empresarial examinaremos a continuación la forma en que actúan otros condicionantes de dicha conducta, entre ellos,

el volumen de producción, los precios relativos de factores, etc.

II.2. Tipo y volumen de producción, disponibilidad de mano de obra calificada y otros determinantes del proceso productivo utilizado por la industria metalmeccánica

El proceso productivo empleado por una planta metalmeccánica dada -continuo o discontinuo, automatizado o manual, etc.- está claramente asociado al tipo de equipamiento y a la calificación de la mano de obra que la misma emplea. En un extremo, el equipamiento puede estar constituido por máquinas y herramientas de carácter universal y por un sistema manual de manipulación, transporte y control de materiales, piezas, etc. Se trata en este caso de una organización sumamente flexible del proceso productivo, pero también de una organización que acumula distintos 'tiempos muertos' y deseconomías de escala. En otro extremo, el equipamiento puede consistir en un conjunto de líneas transfer especialmente diseñado para fabricar familias específicas de piezas en grandes lotes. Aquí la flexibilidad desaparece casi por completo. Toda clase de opciones intermedias son factibles de imaginar, como por ejemplo, máquinas herramientas convencionales combinadas con sistemas automatizados (o semi-automatizados) de manipulación y transporte de piezas, o 'islas' de máquinas -programables- manipuladas por robots y diseñadas para producir familias de piezas en grandes lotes, pero, a diferencia de las líneas transfer, reprogramables en el momento en que resulte necesario. Cada uno de estos modelos de organización del proceso productivo reclama un tipo particular de calificación en los operarios que emplea la planta y del equipamiento por ella utilizado.

Las formas de equipamiento y, por ende, la naturaleza -continua o discontinua- del proceso productivo, el nivel de automatización y el tipo de mano de obra elegidos por un determinado establecimiento fabril habrán de depender de distintas variables técnicas y económicas. Entre ellas: i. El tipo y volumen de producción a ser elaborados; ii. Los precios relativos de factores; iii. Las imperfecciones prevalentes en los mercados laborales, financieros, etc.; iv. El cariz de la competencia que la firma debe enfrentar, etc. Examinaremos a continuación la incidencia de algunas de dichas variables, comenzando por el tipo y volumen de producción. A tal efecto, veamos en detalle cuál es la conformación interna de la denominada actividad directa de transformación (u 'Operación'). 7/

La actividad de transformación involucra:

a. Preparación de la máquina

Esta comprende la realización de todas las acciones necesarias para poder lle-

7/ En algunas de las firmas estudiadas en el presente Programa, la actividad de "Transformación" insumía entre 20-25% del total del tiempo cubierto por el proceso industrial. En los establecimientos de producción continua el tiempo de transformación tiende a ser relativamente menor en tanto se reducen parte de los 'tiempos muertos' inherentes a la producción discontinua y a los pequeños lotes.

var a cabo la operación de transformación o ensamble. Incluye: elegir y montar las herramientas apropiadas, fijar los avances y velocidades de corte de viruta, etc. Se trata de una serie de acciones adas -siendo por lo tanto fija su incidencia- y por ende prorrateable en el total de piezas a ser transformadas. Cuanto mayor el tamaño de la serie, mayor el esfuerzo previo de preparación de la máquina que se justifica llevar a cabo -incluida la fabricación de máscaras y dispositivos especiales- en tanto y en cuanto ello permitirá reducir el tiempo unitario de transformación propiamente dicho.

b. Carga y descarga de la pieza en la máquina

c. Transformación propiamente dicha

Se trata de la acción en sí de arranque de viruta, soldadura, etc. La velocidad de ejecución de la acción será función de: i. restricciones manuales -dependientes de la habilidad del operador- y, ii. restricciones técnicas -dependientes estas últimas de: 1. la máquina (su edad, la fuerza del motor, etc), 2. el tipo de metal que se está trabajando, 3. la herramienta empleada, 4. el lubricante ^{8/} que se usa, 5. la complejidad de la acción a ser ejecutada, 6. el nivel de tolerancia admisible, etc.

d. Inspección y control

Abarca las acciones de control que ejecuta el operador, más allá de los controles de calidad programados en el proceso.

En términos generales, podemos afirmar que la ingeniería industrial dispone de estimaciones estándar del tiempo de preparación de máquinas, carga y descarga, transformación, etc. que se requieren para llevar a cabo determinado tipo de actividad, dados el equipamiento, las condiciones de funcionamiento del proceso (lubricantes, herramienta de corte, etc.). ^{9/}

A los efectos del presente examen -en el que nos interesa mostrar la relación que existe entre el equipamiento a ser elegido por una planta metalmeccánica dada y el tipo y volumen de producción encarada por la misma- el hecho central que interesa recalcar es que el tiempo de preparación de máquinas, que puede llegar a constituir una proporción significativa del tiempo total de transformación, constituye una carga fija e independiente del tamaño del lote, razón ésta por la que su incidencia sobre el costo unitario de producción dependerá justamente de

^{8/} "Water-Based Cutting Fluids cut Machining Costs. Switching from neat cutting oil to water-based coolants helps to reduce production costs - and conserves oil". Machine Tool Review, Vol. 63 N° 363 & 365, Coventry, Inglaterra, 1975.

^{9/} Véase, por ejemplo, W.A. Nordhoff, Machine Shop Estimating, McGraw Hill, 1947. Citado por A.S. Manne & H.M. Markowitz (Ed.) en Studies in Process Analysis. Economy-Wide Production Capabilities, Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University; John Wiley & Sons, Inc.; Nueva York, 1963.

esto último, es decir, del número de piezas que habrán de fabricarse una vez preparada la máquina, o sea el tamaño del lote.

¿Cómo influye el tamaño del lote sobre el tipo de equipamiento empleado por una planta dada?

Suponiendo que se trata de producir una o dos unidades de una pieza poco sofisticada, una máquina manual de tipo universal -por ejemplo, un torno paralelo, una agujereadora, etc.- resultaría suficiente. El tiempo de preparación de la máquina sería relativamente bajo, pero el de transformación propiamente dicha más alto. Dado el bajo costo relativo de la máquina involucrada en la técnica en cuestión, es probable que ésta sea la elección más justificada en tanto seguramente la misma minimiza el costo unitario de capital.

Dicha situación límite -en que la selección de equipos es relativamente sencilla- sufriría modificaciones en función de, al menos, dos hechos específicos. Por un lado, en respuesta a la complejidad de la pieza a ser elaborada y, por otro, en función del tamaño del lote y/o el número de órdenes anuales de la misma pieza.

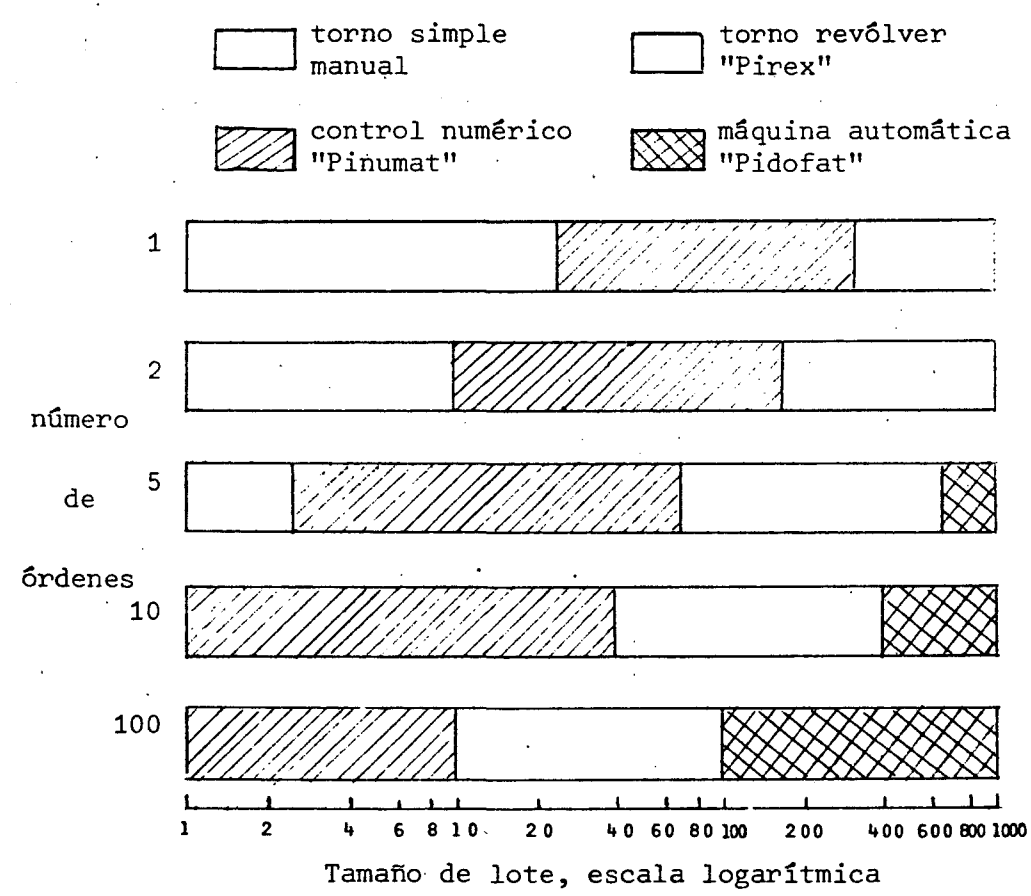
El primero de dichos casos corresponde al conocido ejemplo de la industria aeroespacial donde muchas formas eran prácticamente imposibles de lograr a partir de un operador y una herramienta convencional. La aplicación de equipos sofisticados de control numérico y de maquinaria programable de manipulación y control, resultó aquí justificada en función de la complejidad técnica de las piezas a producir y de los límites de tolerancia requeridos. De la misma forma, un aumento significativo en el volumen de producción -vía mayor tamaño de lote y/o un mayor número de órdenes anuales de la misma pieza- justifica, primero, el mayor esfuerzo de preparación de la máquina, a través de la confección de máscaras y dispositivos especiales y, en caso de que el volumen de producción así lo permitiera, la incorporación de equipos de mayor nivel de complejidad y automatización. En el límite -cuando se trata de una producción masiva- se justifica el uso de una máquina altamente automatizada, especialmente diseñada con el propósito de fabricar una pieza o componente particular. ^{10/} Ello podría ser una máquina transfer o una 'isla' reprogramable de máquinas con comando numérico.

El Gráfico N° 1, tomado del estudio de A. Gebhardt y O. Hatzold sobre difusión de equipos de control numérico en Europa, describe la relación, presentada en términos verbales en párrafos anteriores, entre formas de equipamiento, tamaño de lote y número de órdenes anuales, dada la complejidad de la tarea a ser realizada.

El Gráfico permite ver que lotes muy pequeños -1 a 20 unidades- repetidos entre 1 y 5 veces en el año, pueden ser económicamente fabricados en base a equipos simples de carácter universal. Manteniendo constante la pieza en que se basa el cálculo, observamos que lotes mucho mayores -entre 100 y 1000 unidades- repetidos más de 5 veces en el año, justifican la instalación de una máquina automática específicamente diseñada para producir la pieza en cuestión. Finalmente, lotes de tipo intermedio, o sumamente pequeños, pero repetidos 10 o más veces en el año, tornan rentable el uso de equipos de control numérico. Todo lo anterior

^{10/} A.S. Manne & H.M. Markowitz (Ed.), 1963, *op. cit.*

Gráfico N° 1. Costos mínimos en equipamientos
alternativos en función del tamaño del
lote y del número de órdenes en el año



Fuente: Citado por A. Gebhardt y O. Hatzold: Numerically controlled machine tools. En: (Ed.) L. Nabseth and G.F. Ray: The diffusion of new industrial processes. Cambridge University Press, 1974.

presupone como dada la complejidad de la tarea, los límites aceptables de tolerancia, etc. Incrementando la complejidad de la pieza, el uso de control numérico resulta justificado aún en volúmenes más pequeños de producción.

Hasta aquí lo relativo a la relación entre complejidad del producto elaborado, volumen de producción y selección de tecnología en plantas metalmecánicas dadas. Otra variable que incide significativamente sobre la naturaleza del equipamiento utilizado es la disponibilidad y costo de la mano de obra calificada.

El equipamiento simple, de carácter universal, usa de manera intensiva mano de obra calificada, alguna de ella de naturaleza casi artesanal. Por el contrario, los equipos automatizados y las líneas transfer permiten reemplazar a dichos operarios calificados -cuya formación puede demandar 4 o 5 años- por personal de mucho menor calificación, cuya formación puede conseguirse en algo menos de un año. Durante el curso de entrevistas realizadas a lo largo del presente Programa, fue detectado un caso en el que, a través de la introducción de equipos de control numérico, resultó posible sustituir 44 obreros calificados por aproximadamente 20 operarios de equipos automáticos, en tanto que, en otro caso, 21 operarios de equipos de control numérico cumplen hoy con la tarea que previamente cubrían 63 obreros torneros calificados. 11/ Además de los operarios directos, dichos equipos de control numérico reclamaron instructores calificados y programadores. En términos aproximativos, se estima que entre 6 y 8 máquinas de comando numérico son atendidas por un instructor y un programador. En consecuencia, el cambio de una a otra tecnología trae aparejado un cambio en la naturaleza de las calificaciones -indirectas por directas- y una reducción en el uso de obreros calificados directos.

El análisis del párrafo anterior revela que el equipamiento automático y semi-automático adquiere relativamente más importancia en aquellos países en los que la oferta de obreros calificados es relativamente reducida y, consiguientemente, su salario es relativamente más alto. En la misma dirección -esto es, favoreciendo un mayor uso relativo de equipos automáticos- actúan las diversas imperfecciones que pueden afectar al mercado de trabajo que impiden -o dificultan- la operación continua con turno nocturno. Situaciones de este tipo son relativamente más frecuentes en países europeos (Bran Bretaña, Suecia, etc.) que en América Latina aun cuando obviamente existen fuertes diferencias entre países al interior de la región latinoamericana. 12/ Volveremos sobre este tema en la última sección de esta monografía.

Además del tipo y volumen de producción, de la disponibilidad y costo de la mano de obra calificada, de las condiciones institucionales imperantes en el mercado de trabajo, etc., obviamente hay otros factores que inciden sobre las formas de equipamiento, la naturaleza del proceso y el nivel de automatización elegidos por una

11/ S.Jacobsson, "Technical Change and Technology Policy. The Case of Numerically Controlled Lathes in Argentina", mimeo, Lund, Sweden, julio 1981, p. 12.

12/ Berth Jonsson, Corporate Development AB VOLVO; "Corporate Strategy for People at Work. The Volvo experience"; mimeo; International Conference on the Quality of Working Life, QWL and the 80's; Toronto, Canada; agosto 30 - setiembre 3, 1981.

determinada empresa metalmeccánica. Entre ellos vale la pena mencionar: la tasa de interés, o costo del capital; la mayor o menor disponibilidad de financiamiento; el grado de incertidumbre prevalente en la economía, etc. Conjuntamente con las variables antes mencionadas, éstas habrán de afectar el período de recuperación del capital u horizonte de planeamiento, con que se mueve una determinada unidad productiva en el momento de llevar a cabo su elección de técnicas productivas.

Hasta aquí lo inherente a la relación entre formas de equipamiento, tipo y volumen de producción y precios relativos y disponibilidad de factores. Otro aspecto de crucial importancia que caracteriza a la tecnología metalmeccánica es la posibilidad que la misma abre de producción descentralizada a través del uso de subcontratistas. Las páginas que siguen examinan este tema, el que será posteriormente reencontrado cuando -en la Sección III- presentaremos los varios resultados obtenidos en los distintos estudios de campo. Asimismo el tema reaparecerá sobre el final de esta monografía al referirnos a posibles acciones en materia de política pública

II.3. Subcontratistas

Otro de los rasgos básicos que caracteriza a la tecnología metalmeccánica es el del amplio espectro de relaciones de subcontratación que la misma permite. Ellas se originan en el complejo 'árbol de componentes' y subprocesos que conforman la actividad del sector, hecho que da pie a la existencia de plantas y talleres especializados tanto en la fabricación de partes y componentes particulares como en la realización de tareas específicas, tales como la fundición, el tratamiento térmico, etc.

Exploraremos en esta Sección el contenido económico de dichas relaciones de subcontratación.

La existencia de relaciones de subcontratación revela la presencia de distintas formas de imperfección en el funcionamiento del mecanismo de mercado. En un mundo perfectamente competitivo, en el que actúan numerosos compradores y vendedores indiferenciados, cada agente económico obtiene, por vía del sistema de precios, toda la información que necesita. En dicho modelo no hay costos de transacción y cada firma maximiza sin recurrir a más datos que los que le proporciona el mercado.

A diferencia de ello, es obvia la existencia de un gran número de mercados de productos intermedios -como son muchos en los que aparecen relaciones de subcontratación en el campo metalmeccánico- en los que emergen diversas formas de coordinación interempresaria cuyo contenido económico resulta importante explorar. En un estudio reciente S. Lall dice: "Hay dos posibles alternativas. La primera es que los costos de coordinación de firmas independientes sean tan altos que se justifique la internalización completa del mercado por vía de la integración vertical. La segunda implica que las ventajas de la independencia comercial superan a las de la internalización completa, pero que se justifica recurrir a la coordinación como medio de superar las imperfecciones del mercado" ^{13/}. Y agrega: "La integración

^{13/} S. Lall; "Linkages Revisited"; mimeo, Oxford, 1980.

vertical resulta de un fracaso completo del mecanismo de mercado, mientras que las varias formas de coordinación interempresarial devienen de un fracaso parcial del mismo".

H. Pack ha expresado un concepto parecido en forma algo diferente. Según este autor: "La firma no habrá de incursionar en el campo de la subcontratación salvo que el diferencial entre los costos marginales de fabricación interna y externa, vis a vis los costos marginales de organización y coordinación del aprovisionamiento interno y externo así lo justifiquen". En otros términos: salvo que $C_i > C_e - (P_i - P_e)$ la firma no intentará subcontratar. ^{14/}

Ahora bien, a fin de profundizar la exploración de este tema, conviene preguntarnos aquí qué hechos o rasgos económicos subyacen bajo la ecuación anterior.

La relación de subcontratación supone la presencia de, al menos, dos agentes económicos. Uno de ellos, el subcontratante, debe poseer habilidad suficiente como para coordinar el abastecimiento externo de partes, componentes, etc. de forma tal que el mismo resulte rentable. Ello necesariamente implica obtener precios, patrones de calidad, seguridad de cumplimiento de entregas, etc. al menos similares a los involucrados en la autoproducción. La otra parte contratante -el subcontratista- debe poder ser capaz de cubrir dichos requerimientos en forma fehaciente y sistemática.

Podemos intuitivamente comprender que las relaciones de subcontratación pueden involucrar aspectos técnicos, financieros, organizativos, etc. e incidir profundamente en los derechos de propiedad sobre la información técnica, en el capital empresarial del subcontratista, etc. También puede intuitivamente comprenderse que necesariamente habrán de aparecer problemas relativos a la apropiación de rentas empresarias derivadas de la actividad productiva del subcontratista. En principio, y por tratarse de relaciones contractuales donde las reglas competitivas sólo funcionan muy imperfectamente, existe un amplio margen para la negociación entre las partes involucradas, negociación que puede dar pie a acuerdos de muy diversa índole, dado el rango más o menos amplio de posibles situaciones de equilibrio. ^{15/}

Veamos algunos de los temas normalmente presentes en las relaciones de subcontratación:

^{14/} H. Pack; *op. cit.*; 1979. Donde:

- C_i - costo marginal de coordinar la producción interna
- C_e - costo marginal de coordinar la producción externa
- P_i - costo marginal de producción interna
- P_e - costo marginal de producción externa

^{15/} J. Katz, *Importación de Tecnología, Aprendizaje Local e Industrialización Dependiente*; F.C.E.; México, 1974; p. 24 y sigs.

a. Aspectos técnicos

Resulta frecuente que la actividad del subcontratista reclame un componente de información técnica -planos, especificaciones de diseño, normas de calidad, etc.- inicial, así como también un flujo de información técnica incremental que le permita al subcontratista moverse al unísono con los cambios tecnológicos introducidos por la firma subcontratante. La cooperación y coordinación entre ambos resulta aquí necesaria a fin de cubrir imperfecciones en la difusión de información. Literalmente no hay forma en que el mercado pueda proveer a tiempo la información necesaria para que la operación de ambas firmas ocurra eficientemente sin acuerdos previos.

Es obvio que al margen de cuestiones inherentes a la difusión de información técnica median también importantes cuestiones inherentes a la apropiabilidad de los beneficios de la misma. El subcontratante puede (o no) ceder al subcontratista activos intangibles expresados bajo la forma de información técnica. El precio de venta de dichos activos puede diferir ampliamente del precio de compra de los mismos abriendo ello un amplio margen de negociación entre las partes contratantes y un espectro también grande de posibles situaciones de equilibrio. Dada la naturaleza altamente idiosincrática de cada relación contractual podemos imaginar una diversidad de casos en los que las rentas subyacentes se dividen de distinta manera entre subcontratante y subcontratista, dependiendo ello de la estructura del mercado de subcontratistas, del 'poder de negociación' de la firma principal vis a vis sus propios demandantes, etc. ^{16/}

A su vez, también puede verse que las relaciones de propiedad que median entre la empresa principal y el subcontratista, y el grado de control que éstas permiten, también influirán decisivamente sobre el cariz de cada relación contractual. En términos generales puede suponerse que un subcontratista 'cautivo' tendrá mayor acceso al stock de información tecnológica del subcontratante -generándose así mayores externalidades- que un subcontratista independiente, que puede operar libremente en el mercado. Sin embargo, tener mayores oportunidades de captar externalidades en términos de información tecnológica no necesariamente implica tener la posibilidad de apropiarse de los beneficios de la misma, en tanto y en cuanto esto último dependerá del mecanismo de formación de precios que media entre ambas firmas, y de las relaciones de propiedad subyacentes.

b. Aspectos económico-financieros

Más allá del plano estrictamente tecnológico -que describimos como el capítulo de la información técnica involucrada en planos, fórmulas, instrucciones de fabricación, manuales de ingeniería, etc.- la relación entre una firma terminal y un subcontratista también puede estar referida a aspectos financieros -préstamos de capital accionario y/o de trabajo- productivos, flujos de inversión -monto y naturaleza del output mix del subcontratista-, etc. Nuevamente aparece aquí el caso límite del subcontratista 'cautivo', el que debe verse como un apéndice operativo de la firma principal, que es la que en realidad decide volumen de producción,

^{16/} En un trabajo anterior he presentado un modelo geométrico sencillo que puede ser aplicado al presente caso. Véase J. Katz; op. cit.; 1974.

condiciones de venta, etc. En el otro extremo hallamos la situación del subcontratista independiente que opera libremente en el mercado y que decide su plan de producción, inversiones, etc. con relativa prescindencia de la firma subcontratante.

Ahora bien: una firma metalmeccánica de cierta dimensión que decide operar en base a subcontratistas puede, normalmente, relacionarse con decenas (o hasta centenas) de talleres proveedores de partes y componentes o con plantas encargadas de llevar a cabo subprocesos específicos como son la fundición, el tratamiento térmico y otros.

No hay razón alguna para que las condiciones contractuales inherentes a un acuerdo cualquiera se repitan en los demás convenios efectuados por la firma.

En cada caso particular la morfología del submercado específico en que opera el subcontratista, el diferencial de costos que media entre el aprovisionamiento interno y externo, el mayor o menor grado de importancia de la pieza, componente o subproceso y el grado de dependencia que ello trae aparejado, etc. habrán de incidir sobre el 'poder relativo' de negociación de ambas partes, sobre el precio final y sobre las demás condiciones varias a que finalmente se acuerda la operación. Dado que muchas veces simplemente no existe un 'precio de referencia' y que el rango de posibles situaciones de equilibrio es amplio, el resultado de cada relación de subcontratación no es fácil de decidir *a priori*. En algunos casos el subcontratista es un mero 'tomador' de precios, transfiriendo buena parte de su renta a la firma terminal mientras que en otros casos pueden resultar situaciones opuestas en las que resalta la debilidad relativa de la firma terminal.

Justamente es la diversidad de situaciones posibles la que hace que el manejo de una política global de subcontratación sea un complejo problema de organización y planeación de la producción desde el punto de vista de la firma terminal, requiriéndose con frecuencia de un departamento técnico especializado capaz de conducir simultáneamente un elevado número de acuerdos de producción externa a la firma, balancear las entregas de dichos proveedores externos de forma tal de minimizar los costos innecesarios de stocks, los riesgos de desabastecimiento, etc.

En países desarrollados el empleo de subcontratistas constituye una práctica frecuente. H.Pack, citando una tesis doctoral de M. Frankena, indica que: "Sobre el fin de los años 1960 el mayor fabricante de máquinas herramienta de la India sólo adquiría externamente 10% de sus insumos mientras que una firma semejante en Europa Occidental alcanzaba al 40% de aprovisionamiento externo". ^{17/}

Tal como lo indica la información anterior referida a la India, el empleo de subcontratistas resulta mucho menos frecuente en el mundo semi-industrializado, siendo ello válido aun en el caso de subsidiarias locales de firmas multinacionales. La evidencia anterior resulta confirmada por el material emergente de nuestros estudios de campo, material que será extensamente discutido en Secciones posteriores de este trabajo.

Cerramos aquí la presente Sección destinada a estudiar algunos de los rasgos

^{17/} H. Pack; *op. cit.*; 1979; p. 18.

más salientes de la tecnología metalmecánica. Observamos que, quizás con mayor frecuencia que en el caso de las industrias 'de proceso', las ramas de producción metalmecánica admiten la organización discontinua del proceso productivo, el uso de equipamiento de carácter universal y de uso múltiple, el empleo de mano de obra cuasi-artesanal de alto nivel de calificación y lento proceso de gestación, la utilización de subcontratistas especializados, etc. Obviamente, el hecho de que técnicamente ello sea factible no necesariamente indica que tales opciones técnicas son efectivamente empleadas. El tipo y volumen de producción a ser elaborada, los precios relativos de factores, las imperfecciones prevalentes en los mercados laborales, financieros, etc. el cariz de la competencia que la firma debe enfrentar, el nivel de protección de que la firma goza, etc. habrán de condicionar fuertemente tanto la tecnología originalmente elegida por todo establecimiento fabril, como también las modificaciones de la misma que dicho establecimiento habrá de introducir a través del tiempo.

A lo largo de la Sección III tendremos oportunidad de examinar la incidencia de dichos rasgos estructurales de la tecnología metalmecánica en distintos escenarios productivos de América Latina. Existen profundas diferencias evolutivas al interior de la región y éstas claramente se manifiestan en la distinta tecnología productiva, organizativa, etc. empleada por los establecimientos fabriles estudiados a lo largo de la presente investigación.

III. EL ESCENARIO TECNOLÓGICO LATINOAMERICANO EN EL CAMPO METALMECÁNICO.

EVIDENCIA EMPÍRICA EMERGENTE DE UN PROGRAMA DE ESTUDIOS DE CASOS.

Las plantas metalmecánicas de América Latina están lejos de ser una réplica de establecimientos fabriles productores de bienes semejantes en países industriales maduros. A fin de explorar las diferencias más notorias, y sus implicaciones, tanto en el plano teórico como en el de la formulación de instrumentos de política pública, será necesario prestar atención a aspectos tales como: i. el tamaño de la planta fabril, ii. la nacionalidad de la empresa y su 'modelo' organizativo, iii. la 'edad' de la firma y el grado de 'madurez tecnológica' de sus departamentos técnicos, iv. los rasgos morfológicos del mercado que abastece -monopólico o competitivo, en este último caso con ofertas alternativas de origen nacional y/o extranjero- v. los mercados de factores en que se provee de insumos, vi. el marco legal e institucional en que opera, etcétera.

Tal como se afirma en la Sección II. de este trabajo -y dado que la tecnología metalmecánica lo permite- dichas variables han determinado la aparición y consolidación al interior de la región latinoamericana de un sector metalmecánico -que en los países más desarrollados de la misma constituye prácticamente un tercio del producto industrial- formado por plantas fabriles con un 'lay-out' altamente idiosincrático, con un equipamiento que incluye una elevada proporción de máquinas autofabricadas, con una organización del proceso productivo poco volcada al uso de subcontratistas, etc. El propósito de esta Sección es el de describir algunos de los rasgos centrales de dichas plantas metalmecánicas. Ello nos permitirá, posteriormente, especular acerca de cuál es la viabilidad -y a través de qué acciones en el plano público y privado- de que parte de dichos establecimientos industriales subsistan competitivamente en regímenes menos protegidos de comercio internacional.

Las diferencias 'madurativas' al interior de la región latinoamericana son sumamente marcadas. Algunos países -como Argentina y Brasil- comienzan a desarrollar su industria metalmecánica relativamente temprano en este siglo observándose el surgimiento de actividades de fundición y forja, soldadura, etc. durante la década de los años 1920. Ya en la década de los años 1930 surgen en dichos países plantas de cierta importancia en máquinas-herramienta, durables de consumidores, etc. muchas de las cuales emergen a partir de talleres de mantenimiento y reparación operados por distribuidores e importadores de productos extranjeros. El parque automotriz, de durables de consumidores, etc. de dichos países es, en ese momento, grande, aún comparativamente con naciones del mundo desarrollado, y la infraestructura de mantenimiento que él mismo reclama da pie a la aparición tanto de talleres locales de reparación como a los primeros intentos de fabricación doméstica de los bienes de capital más sencillos requeridos para ello.

Durante los años 1930 se radican en dichos países diversas subsidiarias de grupos metalmecánicos de países desarrollados. Las mismas no son, en dicho momento, unidades de producción propiamente dichas, sino casas distribuidoras y de representación comercial, muchas de ellas en el campo de los durables de consumidores y en bienes de capital para la industria de la alimentación, textil, etc. Resulta notorio el hecho de que varias de estas firmas montan departamentos de asistencia técnica a clientes, así como también de reparación y mantenimiento del parque local respectivo. El gradual aumento del índice

de integración nacional, primero en repuestos y, más tarde, en componentes, y la demanda derivada de productos metalmechánicos que ello desencadena, constituye otro de los antecedentes históricos importantes que deben ser tenidos en cuenta al examinar el desarrollo temprano de la metalmechánica en Argentina y Brasil.

En otros países de la región el surgimiento de actividades metalmechánicas es de data más reciente, pudiéndose ubicar en la década de los años 1950 en México, Colombia y Chile y, en el fin de los años 1960, o comienzos de los 1970, en Venezuela o Perú.

Dichas diferencias de 'edad' en las respectivas industrias metalmechánicas de la región se traducen en diferencias 'madurativas' de importancia. Ello explica porqué, en promedio, la industria metalmechánica brasileña o argentina se halla actualmente en condiciones de operar en base a un paquete de información técnica más sofisticado y complejo que el que puede manejar, por ejemplo, y también en promedio, la rama metalmechánica de Venezuela o Perú. 1/

El tema de la 'edad' de la planta fabril y del grado de 'madurez tecnológica' de su elenco técnico y de ingeniería no son la única fuente de diferencias en materia de performance técnica y económica entre los establecimientos fabriles de la región. Tan importante como los anteriores resulta ser el tamaño del mercado local en la medida en que éste incide, tal como hemos visto en secciones previas, sobre la elección de técnicas productivas. Argentina y Brasil, y en menor medida México y Colombia, muestran la existencia de diversas ramas metalmechánicas en las que es dable observar la presencia de plantas de proceso continuo, donde el trabajo está organizado en 'línea' como corresponde a programas de producción masiva destinada a grandes mercados. Observamos, sin embargo, que el grado de automatización de dichas plantas de producción 'en línea' es significativamente menor que el que exhiben establecimientos comparables del mundo desarrollado. Los ejemplos más notorios de producción en 'línea' están relacionados con los durables de consumidores y con la industria automotriz y sus ramas subsidiarias, proveedoras de partes y subconjuntos. Con diferente grado de integración vertical -más alto en Argentina y Brasil y menor en México y Colombia- éstos son los únicos países de la región que poseen fabricación doméstica de automóviles. El ensamble de vehículos en base a la importación de unidades desarmadas y con un muy bajo grado de integración nacional, puede también observarse en otros países de la región, como Venezuela, Perú o Chile.

1/ Dos ejemplos interesantes, emergentes de los estudios de casos que sirven de base al presente trabajo, revelan con nitidez la significación del tema de las diferencias madurativas. El primero hace al esfuerzo tecnológico llevado a cabo por una firma venezolana para diseñar una máquina cosechadora de caña de azúcar. El segundo se refiere al método, por soldadura, elegido por una planta peruana para fabricar el tambor giratorio de una volcadora de cemento. En ambos casos se trata de firmas con un corto historial productivo que enfrentaron importantes problemas técnicos tanto en el área de diseño de productos como en la ingeniería de procesos. En ambos casos se trataba de problemas técnicos resueltos varios años antes por firmas metalmechánicas brasileñas o argentinas.

Al margen de lo anterior -es decir, de ser Argentina, Brasil, México y Colombia los países que en mayor medida revelan la presencia de plantas de producción continua, organizadas en 'línea'- también la evidencia empírica recogida indica que son aquellos en los que resulta factible detectar mayores esfuerzos tecnológicos domésticos destinados a 'linearizar' tramos del proceso productivo de fábricas que originalmente fueron organizadas en forma discontinua, como una sucesión de 'islas' o 'talleres'. Tal como tendremos oportunidad de observar algo más adelante esto revela un avance nada despreciable en términos de 'madurez tecnológica' local, en tanto y en cuanto los esfuerzos tecnológicos requeridos para llevar a cabo la 'linearización' de un proceso discontinuo pueden ser importantes en materia de ingeniería de diseño de productos (por ejemplo, en tareas de normalización y estandarización de partes y subconjuntos) como también en los campos de la ingeniería de procesos y de la organización industrial (uso de subcontratistas, etc.). Lo importante a esta altura de nuestro argumento es que sólo algunos países de la región -típicamente Brasil, Argentina, México y Colombia- revelan haber gradualmente desarrollado, en distintas plantas de su industria metalmeccánica, capacidad interna de ingeniería suficiente como para explorar, en base a esfuerzos tecnológicos domésticos, formas de 'linearización' de un 'lay-out' fabril que originariamente fuera pensado como 'discontinuo'.

En resumen, nos enfrentamos, al tratar de examinar la tecnología metalmeccánica de la región latinoamericana, con un complejo mosaico de diferencias técnicas entre establecimientos fabriles. Dichas diferencias son importantes no sólo al interior de cada país y entre países de la región, sino también entre establecimientos de la región y plantas industriales del mundo desarrollado. En los tres planos dichas diferencias reclaman ser examinadas con cuidado.

El transporte semi-automático o manual al interior de la fábrica, el bobinado manual o semiautomático de motores, la carga y descarga manual de piezas y herramientas, el mayor uso relativo de equipos convencionales en lugar de equipos de comando numérico (y, por ende, de una distinta dotación de obreros calificados vis a vis programadores), los plazos más extensos para que el departamento de ingeniería de producto pueda arribar a un nuevo diseño listo para salir al mercado, un grado elevado de autoprovisión de partes y subconjuntos, etc. son rasgos característicos de las plantas latinoamericanas que las diferencian significativamente entre sí y con respecto a sus equivalentes en países desarrollados.

III.1. Producción en 'línea'

Comenzaremos este análisis de resultados examinando plantas de producción continua, organizadas 'en línea', para continuar luego con establecimientos de carácter discontinuo, esto es, organizados como una sucesión de 'talleres'. En el marco de los estudios de casos que sirven de base al presente trabajo de generalización son varias las plantas de producción en 'línea' que hemos tenido oportunidad de examinar. Corresponden a este subgrupo: Perkins (motores) y Metalúrgica Tandil (Fundición), en Argentina. Metal Leve (Pistones) y Romi (Tornos paralelos) en Brasil, Sofasa (Automóviles) en Colombia, etc.

La producción continua, organizada en 'línea', constituye un 'modo de producción' con historia relativamente corta en América Latina. A raíz de ello el aprendizaje acumulado en materia de manejo de este tipo de organización de la producción es aún baja y enfrenta dificultades de índole diversa. Observamos, por ejemplo, que a raíz de un output mix excesivamente diversificado, una 'línea' de producción continua diseñada para producir un flujo de ítems altamente estandarizados, resulta a menudo utilizada en países de América Latina para producir series cortas de productos relativamente diferenciados, perdiéndose importantes economías de escala al crecer el número de paradas, las preparaciones de máquinas y los 'tiempos muertos' originados en todo cambio en el plan de producción. El caso de Perkins Argentina, o el de Sofasa en Colombia, son ejemplos representativos a este respecto. Mientras que la primera firma gana fuertemente en productividad laboral en la segunda década de los años 1970 cuando decide incorporar una 'línea' adicional y especializar el mix de producción elaborado por cada 'línea' en particular, en Sofasa se observa un hecho parecido cuando esta firma procede a la estandarización de motores, cajas de velocidad, sistemas de freno, etc. entre el Renault-4 y el R-6, eliminando 'tiempos muertos' y paradas.

Puede decirse que son pocos los casos en los que el 'layout' de fábrica fue originalmente diseñado para producir en forma continua un output mix poco diversificado, o un producto único y particular, de tal forma que se pudieran aprovechar de entrada, y plenamente, las economías de escala propias de esta forma de organización de la producción.

El reducido tamaño del mercado interno, la política económica que forzara a las firmas terminales a operar con un alto y creciente grado de integración vertical, la ausencia de subcontratistas razonablemente eficientes, etc. son todos hechos inherentes al medio metalmeccánico latinoamericano que pueden haber influido en el hecho de que el mix de producción original fuera excesivamente amplio dando ello lugar a un uso inadecuado de la tecnología continua.

Puede decirse que una parte importante del esfuerzo tecnológico doméstico de este tipo de fábricas está signado por la temática de cómo extraer mayores economías de escala a los respectivos establecimientos fabriles. En algunos casos ello ha llevado a la realización de esfuerzos de ingeniería de diseño de producto con el propósito de estandarizar partes y subconjuntos, como en el caso de Sofasa, Colombia, mientras que en otros se ha recurrido a esfuerzos de planeación y organización de la producción, a través, por ejemplo, de una racionalización del mix de producción y de un uso más especializado del equipo disponible.

De una forma u otra lo que resulta importante recalcar aquí es que el aprovechamiento adecuado de las ventajas de la producción continua no es ni inmediato ni automático. Muy por el contrario, acceder a las economías de escala inherentes a un diseño de planta de tipo continuo generalmente toma tiempo y reclama esfuerzos domésticos de ingeniería de los diversos departamentos técnicos que componen la empresa.

Este es un tema en el que la nacionalidad de la firma puede llegar a jugar un papel importante. Las subsidiarias domésticas de empresas extranjeras tienen a su disposición un extenso stock de información técnica perteneciente a la casa matriz, información que podría permitirle a la subsidiaria local acceder más fácilmente a un mayor o más rápido aprovechamiento de las economías de escala subyacentes en toda tecnología de tipo continuo.

Dicha regla, sin embargo, admite excepciones, sobre todo cuando la subsidiaria latinoamericana opera con un mix de producción más amplio que el de la misma casa matriz, (la que por lo general posee líneas de producción, o hasta plantas completas especializadas por producto) o con una tecnología de proceso que, aunque organizada en línea, está lejos de parecerse a la empleada por la casa matriz en todo lo referente a grado de automatización del proceso productivo. En este último caso acceder a las economías de escala subyacentes bajo el diseño tecnológico localmente empleado probablemente reclame un monto sustantivo de esfuerzos tecnológicos hechos 'a medida'.

El Cuadro N° 1 resume diversos rasgos tecnológicos y económicos de las plantas metalmeccánicas de producción continua, organizadas en 'líneas', examinadas en el marco del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD.

Dichas plantas producen, por un lado, Durables de Consumidores, como por ejemplo automóviles y los diversos subconjuntos (verbigracia, motores) o, partes y piezas individuales (pistones, árboles de leva, blocks de cilindros, múltiples de admisión, etc.) requeridos por los establecimientos terminales y, por otro lado, algunos bienes de capital lo suficientemente simples y estandarizados como para hacer factible su fabricación en 'línea'. En este caso se trata de tornos paralelos de tipo convencional.

Tres de las cinco firmas que integran este subgrupo corresponden en sus comienzos a iniciativas de empresarios y capitales de origen nacional y entran en funcionamiento en los años de la inmediata post-guerra. En uno de dichos tres casos la empresa es posteriormente adquirida por una firma terminal subsidiaria de un grupo multinacional, razón por la que, contemporáneamente, debe ser considerada -desde el punto de vista de la propiedad legal del capital- como empresa extranjera.

Las dos firmas restantes son de data más reciente -1961 y 1970, respectivamente- y ambas pertenecen desde sus orígenes a empresas extranjeras.

En relación a todo este grupo de firmas, cuya producción se halla organizada en 'línea', examinaremos a continuación los orígenes de la tecnología de producto y proceso localmente empleada, las fuentes y naturaleza del cambio tecnológico incorporado por la empresa a través del tiempo, la magnitud del esfuerzo tecnológico encarado por las mismas, etc.

Veamos primeramente lo que hace al origen de la tecnología implantada, comenzando por la ingeniería de producto, y siguiendo luego con la tecnología del proceso productivo en sí.

En las dos firmas subsidiarias de capital extranjero la ingeniería de diseño de producto viene casi íntegramente dada por la casa matriz respectiva. Se trata de Perkins Argentina y Sofasa de Colombia. El origen externo del diseño de producto no impide que en ambos casos la firma local introduzca ajustes, cambios de piezas, graduales mejoras en las prestaciones del diseño original, etc. pero puede afirmarse sin temor a errar que en ambas situaciones la ingeniería de producto se origina primariamente fuera de la empresa y fuera de la región latinoamericana.

En las otras tres firmas que conforman el grupo de empresas de producción en 'línea' -es decir, las tres que en sus comienzos pertenecen a capitales nacionales-

el origen de la tecnología de producto pone de manifiesto un rasgo morfológico que no puede ser olvidado, esto es, si estamos en presencia de una firma que produce un bien final o de una empresa que produce un insumo intermedio. Una de estas tres firmas produce un bien final. Se trata, como dijéramos antes, de un torno paralelo simple, de tipo convencional. En este caso la tecnología de producto es enteramente local y resulta de un extenso proceso evolutivo que se inicia más de dos décadas atrás a través de la copia de un producto similar de origen europeo. En los otros dos casos se trata de empresas subcontratistas que producen insumos intermedios para firmas terminales productoras de vehículos. A raíz de su carácter de proveedores de subconjuntos y piezas, ambas firmas operan con una tecnología de producto en buena medida preespecificada por la firma terminal respectiva. Ello no impide, sin embargo, que una de dichas firmas -Metal Leve, Brasil- mantenga un fuerte elenco de ingeniería de producto, apoyado por una Oficina de Investigación y Desarrollo ocupada de temas de física, química y metalurgia. Dicho grupo de IyD interactúa activamente con universidades del país y del extranjero y toma acción en el diseño de nuevos productos tanto para las mismas empresas terminales como para otras firmas de gran envergadura internacional. El hecho de que esta firma opere abundantemente en el mercado internacional sin duda fuerza a su departamento de ingeniería de producto a una constante actualización tecnológica. Así, y aún cuando la ingeniería de producto con que opera esta firma se halle muchas veces preespecificada por el diseño de producto de la casa terminal para la que trabaja como subcontratista, puede afirmarse sin temor a duda que la firma se encuentra en contacto estrecho con la frontera técnica mundial en materia de ingeniería de producto.

Volviendo brevemente al tema de la tecnología de producto de la empresa de capital nacional que fabrica un bien final -se trata de Romi, Brasil- cabe observar que la firma opera con tecnología doméstica en una gama amplia de máquinas-herramienta de tipo convencional en las que el 'estado del arte' ha evolucionado lentamente a lo largo de las últimas décadas. A diferencia de ello, y pese a que la empresa mantiene un fuerte compromiso en materia de gastos de investigación y desarrollo -que examinaremos algo más adelante- resulta importante observar que cuando pasamos al diseño de equipos con comando numérico -donde la frontera tecnológica mundial está evolucionando rápidamente en nuestros días- la empresa ha enfrentado diversas dificultades habiendo últimamente examinado la viabilidad de llegar a un acuerdo de asistencia técnica con una firma italiana, líder mundial en la materia. Dada la importancia que este tema adquiere desde el punto de vista del diseño e implementación de instrumentos de política económica, volveremos al mismo en la última sección del presente trabajo.

Pasando ahora al origen de la tecnología de procesos empleada por las cinco firmas bajo estudio, observamos nuevamente una serie de hechos de interés.

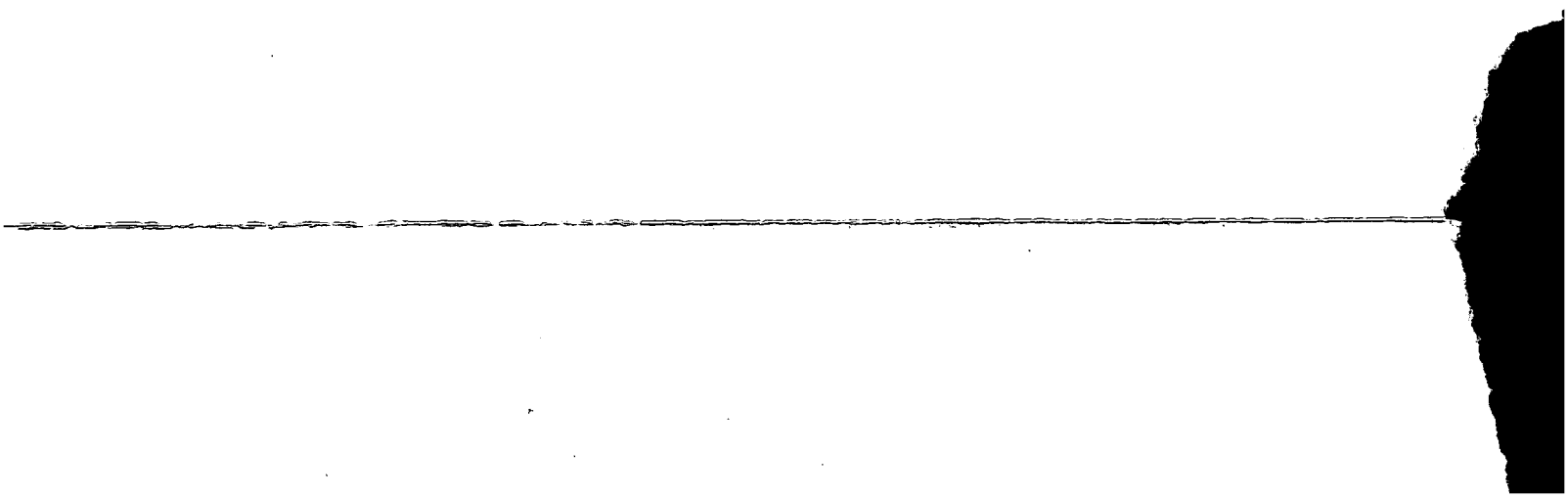
Tres de las cinco firmas llegan al empleo de una tecnología organizada en 'línea' por vía evolutiva, tras haber operado anteriormente durante varios años en base a una tecnología discontinua. En los otros dos casos -Perkins Argentina y Sofasa, Colombia- las plantas arrancan desde un comienzo con un diseño de planta de tipo continuo, aún cuando en ambos casos y merced a una excesiva amplitud del mix de producción elegido se torna difícil captar de entrada las economías de escala subyacentes bajo la tecnología original.

En estos dos casos, en que se arranca de entrada con una tecnología de tipo continuo, el diseño de planta lo hace la respectiva casa matriz -son ambas

CUADRO Nº 1. ALGUNOS RASGOS TÉCNICO-ECONÓMICOS DE LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN CONTINUA EXAMINADAS POR EL PROGRAMA BID/CEPAL/CIID/PNUD

Empresa	Producto	Nacionalidad y propiedad	Origen de la Tecnología		Naturaleza del	Cambio Tecnológico	Dimensión Esfuerzos Ingeniería y R&D	Rasgos Morfológicos Mercado		Exportaciones
			Diseño Producto	Proceso productivo	En diseño producto	En proceso y organización		Tipo	Protección	
1. Perkins Argentina Argentina, 1961	Motores	Gran Bretaña, Empresa extranjera.	El diseño viene de las terminales y casa matriz en G.B. Hay poco esfuerzo local de Ingeniería	Altamente idiosincrático, con mucho equipo autofabricado. Es una planta europea refaccionada.	1) Distintos usos del motor fabricado. 2) Mejoras de calidad en hermeticidad, resistencia mecánica en block, cigüeñal, etc.	Fuerte equipamiento en los años 1970 y cambio técnico 'incorporado'. Baja la flexibilidad de la línea. Ma- mecánica en block, cigüeñal, yor integración	Las ingenierías son 8% de las horas totales	Oligopolio concentrado	Régimen especial favorable alta integración vertical y bajo contenido de importaciones	
2. Metalúrgica Tandil Argentina, 1948	Fundición 1. Blocks 2. Arbol levas 3. Múltiple de admisión.	Inicialmente: Capital Nacional Actualmente: Subsidiaria empresa extranjera	Viene dado por las terminales. Poco esfuerzo doméstico. Hacen diseño de producto para terceros.	Reemplazan proceso convencional por 'Shell moulding' o 'caja caliente'. Información técnica alemana		1) Fuerte aumento de productividad en moyería y rebaba, por ahorro de tiempo 2) Rechazos caen de 13% (1976) a 5% en 1980/81.		5% del mercado total y 10% de las empresas grandes		Muy poco
3. Metal Leve Brasil, 1950	Pistones	Capital nacional Empresa privada	Diseños dados por las terminales pero amplio esfuerzo técnico local en diseño para firmas extranjeras.	En 1976 abren una línea automática que da 600 piezas/hora frente a 200 de la línea convencional.			1.5% de Vtas. en R&D. Aproximadamente 60 personas. Intercambio con universidades y apoyo FINEP.	70% del mercado de pistones		
4. Rumi Brasil, 1941	Tornos Paralelos	Capital nacional Empresa privada	Diseño convencional mejorado a través de años. Gran esfuerzo de diseño local en otras líneas de producto.	Tienen 60 centros de mecanizado. Fundición propia. Mucho equipo autofabricado			7% sobre Vtas. Desde 1979 R&D independiente de oficinas de Ingeniería de producto y asistencia técnica planta	70% del mercado interno		17% de Vtas. e 1979
5. Sofasa Colombia, 1970	Automóviles	50% Empresa Pública y 50% Subsidiaria empresa extranjera.	Diseño dado por casa matriz y adaptado localmente. Piezas y vas de diseño local. Estandarización moto reas, freno, cajas velocidad	Equipos provistos por casa matriz. 65-10 algunos pocos diseños locales.	1) Diseño de piezas nuevas para R-18 2) Aumentos de cilindrada en R-4. 3) Mejore de calidad (Ej. cigüeñal forjado a fundido)	1) Se mejora mucho la planeación de la producción, el manejo de stocks, etc. 2) Sustitución de sub-procesos	2% sobre Vtas. 13 personas en planta y 45 en total. 35% del tiempo dedicado a Ingeniería de proceso	Oligopolio concentrado		

Fuente: Elaboración propia sobre la base de distintos estudios de campo. Ver el Apéndice.



subsidiarias de empresas extranjeras- y se reproduce localmente un diseño de fábrica ya experimentado por la casa matriz respectiva en otra localización.

Por el contrario, en los tres casos en que se llega a la tecnología continua por un camino evolutivo, la ingeniería local de procesos ha tenido mucha mayor participación. No debe olvidarse que en su origen estas tres firmas son de propiedad de capitales nacionales. En dos de los casos es la rápida expansión del mercado local, subsiguiente a la implantación de la industria automotriz, lo que provee el estímulo para inducir la transformación a proceso continuo. En el tercero de estos casos -tornos paralelos- es la decisión de exportar masivamente un producto estandarizado y homogéneo lo que aparece como el estímulo primario para el montaje de una 'línea' de producción continua.

Es importante observar que estas tres firmas experimentan muy significativos aumentos de productividad global al pasar de una organización discontinua a un proceso productivo de tipo continuo. El ahorro de tiempo en los subprocesos de Noyería y Rebaba subsecuente a la implantación del carrusel continuo en Metalúrgica Tandil, la cuasi triplicación del número de piezas/hora que alcanza Metal Leve en sus líneas de producción continua, y un hecho semejante en la historia de Romi, dan cuenta del tremendo impacto que subyace bajo el pase de un 'modo de producción' al otro. Por el contrario, en los dos casos en que se implanta de entrada la producción continua resulta ostensible el mal uso de las ventajas potenciales subyacentes bajo esta forma de organización de la producción. Una excesiva diversificación del mix de producción parece haber sido responsable en ambos casos de una etapa inicial cargada de ineficiencias operativas.

En los cinco casos bajo examen la 'línea' de producción continua fue montada en base a equipos primordialmente traídos del exterior, aunque ello no descarta el hecho de que al menos en cuatro de las firmas involucradas, el diseño y la autofabricación de máquinas al interior de la firma haya sido históricamente importante, aun para el montaje de la 'línea' de producción continua.

Hasta aquí lo referente al origen de la tecnología de producto y proceso de las empresas estudiadas. Pasamos ahora a estudiar aspectos inherentes al cambio tecnológico en dichas firmas.

La resolución de problemas de la tecnología originalmente implantada, el hecho de tratarse de una fábrica de productos finales o intermedios, la búsqueda de aumentos de calidad y/o de reducción de costos, la sustitución de subprocesos (fundición por forja, por ejemplo), o de materias primas, el mejor manejo de stocks e inventarios, el desarrollo de subcontratistas, etc. constituyen algunos de los elementos centrales a ser tenidos en cuenta a efectos de examinar la conducta tecnológica de las cinco empresas bajo estudio.

Tal como dijéramos anteriormente, las dos plantas que originalmente se instalan con una tecnología de tipo continuo parecen, inicialmente, aprovechar muy pobremente las economías de escala subyacentes bajo la tecnología elegida. En uno de los casos la respuesta tecnológica a dicha condición inicial involucra la estandarización de partes y subconjuntos y la racionalización del mix de producción. Simultáneamente, la empresa mejora en forma significativa en materia de organización y planeación de la producción, manejo de stocks, etc. En buen medida, el cambio tecnológico es aquí 'desincorporado' e incluye tanto aspectos de ingeniería de producto como de tecnología de organización de la producción. En el otro

caso -Perkins Argentina- el aprovechamiento de las economías de escala hizo necesario un fuerte programa de equipamiento que la firma puso en práctica casi 10 años después de su implantación. A diferencia del anterior, éste es un caso de cambio tecnológico 'incorporado' que disminuye la flexibilidad de la planta fabril, aumenta su grado de especialización por 'línea' mejorando por esta vía, el uso del tiempo al interior del establecimiento.

De los tres casos restantes, en que se llega 'evolutivamente' a la instalación de una 'línea' de proceso continuo, dos revelan un más acentuado esfuerzo tecnológico doméstico en materia de ingeniería de procesos. El primero de ellos corresponde a una fundición 'cautiva' que trabaja casi enteramente con diseños de producto de la firma terminal a la que abastece, mientras que el segundo involucra a la empresa que fabrica tornos paralelos convencionales, rubro de alto grado de estandarización y universalidad. En ambos casos los esfuerzos domésticos en materia de ingeniería de procesos han sido sustantivos y significativamente más importantes que en materia de ingeniería de producto. Ello no debe interpretarse, sin embargo, como una falta de dedicación general de dichas empresas a la ingeniería de producto, sino como indicación de que la 'línea' aquí examinada requirió pocos esfuerzos tecnológicos en esa dirección. En el caso de la firma productora de tornos paralelos, conviene tener presente que la empresa posee otros varios establecimientos adyacentes organizados bajo la forma de 'taller' en los que produce una amplia gama de tornos paralelos, tornos revólver, etc. y máquinas-herramienta varias. El grupo como un todo destina 7% del valor de sus ventas anuales a tareas de investigación y desarrollo, y aunque es obvio que la ingeniería de producto requerida por el torno paralelo producido en 'línea' es sólo una parte muy menor del esfuerzo tecnológico global que realiza la empresa, conviene tener presente que la misma efectúa tareas de ingeniería de producto en muchas otras direcciones adicionales. Igualmente, parece importante notar que en el caso de la fundición 'cautiva' la firma revela haber dado origen a un grupo económico independiente -Ingeniería Santander- dedicado al diseño y construcción de equipos y máquinas para terceros. En otros términos, y aún cuando el carácter 'cautivo' de la 'línea' de fundición restringe significativamente los requerimientos en materia de ingeniería de producto, el incremento de la capacidad de diseño que muestra esta firma revela el fuerte elemento sinérgico que subyace bajo la acumulación de capacidad de ingeniería en general.

Los párrafos anteriores resumen la evidencia empírica recogida en lo relativo a la naturaleza del progreso tecnológico incorporado por las cinco plantas de producción en 'línea' examinadas a lo largo del presente programa de investigaciones. Resalta la gran diversidad de situaciones detectadas. Mientras que en un caso el grueso del cambio tecnológico es 'desincorporado',...e involucra a las ingenierías de diseño de producto y de organización de la producción, en otro es, primariamente, de naturaleza 'incorporada' y se asienta en la tecnología del proceso productivo en sí. En las firmas subcontratistas el cambio tecnológico parece haber estado más referido a la ingeniería de procesos que a la de producto, situación que aparentemente también se registra en el caso de la firma que produce un bien final relativamente estandarizado y de uso universal.

La diversidad de situaciones también se repite cuando intentamos clasificar las razones que motivaron la incorporación de los cambios tecnológicos detectados.

El aprovechamiento de economías de escala, la mejora de calidad, la sustitución entre subprocesos o de una materia prima por otra, la reducción de costos a través de la disminución de tiempos directos de transformación, de un más adecuado manejo de inventarios, etc., constituyen las razones más frecuentemente observadas.

Las plantas de producción en 'línea' por lo general son unidades productivas relativamente grandes en proporción al mercado específico en el que trabajan. Mientras que Metal Leve y Romi llegan a abastecer cerca del 70% de sus respectivos mercados, también Perkins Argentina y Sofasa, Colombia, constituyen casos claros de oligopolio concentrado.

Dado el tamaño relativamente grande de todas las firmas de producción en 'línea' aquí estudiadas no resulta extraño comprobar que todas ellas mantienen importantes departamentos de ingeniería que emplean desde cerca de medio centenar de técnicos y profesionales en Sofasa, hasta cifras que duplican (o triplican) dicho número en Metal Leve o Romi. Resulta comprensible que escalas de producción de esa envergadura puedan afrontar el mantenimiento de elencos especializados en las distintas ramas de la ingeniería, y hasta oficinas de IyD más directamente involucradas en misiones exploratorias de mayor contenido de ciencia básica. En este sentido no puede soslayarse el hecho de que las dos firmas con más claro compromiso en tareas de investigación y desarrollo son brasileñas, corresponden, en términos de propiedad, a capitales de origen nacional, y han recibido, y aún reciben, franco apoyo estatal en materia tecnológica. A su vez las dos están fuertemente involucradas en el mercado internacional, mantienen escalas de planta parecidas o semejantes a las prevalentes en el mundo desarrollado y en diversos sentidos trascienden la mentalidad estrecha de producción para el mercado interno que prima en la gran mayoría de los establecimientos fabriles emergentes de la estrategia de sustitución de importaciones. Volveremos a este tema en la última sección del trabajo al ocuparnos de ventajas comparativas, tecnología y política pública.

III.2. Producción 'discontinua' con organización en 'talleres'

Dejamos aquí el análisis de los cinco establecimientos de producción continua organizados en 'línea' y proseguimos a continuación a examinar las restantes plantas metalmeccánicas estudiadas en el marco del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina. Se trata de una veintena de fábricas, de dimensiones más reducidas la gran mayoría de ellas, que operan con un proceso productivo de carácter discontinuo y con un 'lay-out' de planta organizado en 'islas' o 'talleres'.

Conviven dentro de este grupo de firmas aquéllas que trabajan 'a pedido', por 'órdenes individuales' y las que lo hacen en pequeños lotes'.

Tal como dijéramos en la Sección II del presente trabajo un establecimiento metalmeccánico que opera 'a pedido' o en 'pequeños lotes' conforma un 'modo de producción' sustancialmente distinto al hasta aquí examinado. La empresa de tipo y

origen familiar, montada sobre la base del ingenio mecánico de un inmigrante, con una acentuada preeminencia de la ingeniería de diseño de producto por sobre las de proceso y organización de la producción, con un todavía escaso -y gradualmente creciente- aprovechamiento de las economías de escala que se derivan de la estandarización y normalización, etc. constituye la 'firma representativa' en este subgrupo.

Dos o tres décadas de funcionamiento sostenido parecen haber sido necesarias para que en algunos de estos casos el establecimiento fabril inicial -muchas veces un mero taller de reparaciones de maquinaria importada- llegara a la categoría de una planta industrial razonablemente equipada y organizada, en la que se manejan registros contables por 'centros de costo' que permiten reconstruir el costo estándar de fabricación, en la que se efectúa el 'seguimiento' de partes y piezas a través de los distintos subprocesos, en la que se lleva a la práctica una rutina estable de control de calidad y de mantenimiento preventivo del equipo disponible, etc.

En gran parte de los casos examinados el volumen físico de producción se ha multiplicado por cinco -y hasta diez veces- en el lapso de pocos años, y todo el carácter de la operación industrial se ha modificado concomitantemente. Los análisis inter-temporales de productividad deben encararse con suma cautela en tanto y en cuanto el mix de producción normalmente ha variado, la calidad de cada uno de los items del mix también lo ha hecho, la nómina y naturaleza de los subprocesos empleados se ha modificado parí pasu con el equipamiento incorporado y con la subcontratación a terceros; el ratio de obreros directos a indirectos ha bajado, los skills y niveles de calificación del personal se han modificado, etc.

En muchos sentidos debe aceptarse que las plantas fabriles que hoy están en funcionamiento guardan en su interior la marca indeleble de su conformación técnica inicial -que en distintos momentos históricos va restringiendo las posibles elecciones técnico-económicas asequibles a la firma- pero, simultáneamente, agregan a ello un complejo historial de expansiones, cambios de estrategia, y gradual desarrollo de la capacidad tecnológica doméstica. Intentaremos describir en las páginas que siguen, dicho proceso histórico-secuencial.

Para hacerlo dividiremos la historia evolutiva de la firma en 'fases' o 'etapas'. La primera de ellas -que denominaremos de 'implantación original' reúne una serie de características cuasi-artesanales, típicas de una organización productiva de rasgos familiares. No hay especialización de funciones, el equipamiento es de tipo universal y rudimentario, y el producto fabricado es elemental, muchas veces no más que las partes y repuestos de equipos pre-existentes importados del extranjero, o la reproducción de algún modelo 'viejo' de un bien de capital, o de un durable de consumidor, traído del exterior.

La segunda 'fase' o 'etapa' describe la transición desde dicho taller artesanal a una fábrica más moderna. Es importante no imaginar dicha transición como un plan orgánico, en algún sentido asimilable a lo que sería una situación de óptimo como se describe en los libros de texto convencionales. La transición se caracteriza, muchas veces, por: i. La mudanza a otra localización física, ii. La fuerte expansión del equipamiento, iii. La rápida incorporación de personal directo de fabricación. En este momento no hay, todavía, gran orden y racionalización en los sucesivos pasos dados por la empresa. El nuevo edificio o planta fabril por lo general no está especialmente diseñado en función de las tareas específicas de la firma, razón por la que el 'lay-out' de planta es más resultado del azar que de la programación. La selección e incorporación de equipos y de personal operativo

se realiza no pocas veces con criterios extra económicos y en base a información sumamente imperfecta. Abundan los excesos y los defectos en el marco de una situación donde lo central es la rápida expansión del volumen físico de producción. La calidad del producto comienza a mejorar en función del nuevo equipamiento, pero todavía no existen criterios orgánicos y rutinariamente aplicados en materia de control de calidad.

La tercera 'fase' se caracteriza por el desarrollo de la ingeniería de planta en torno a un gradual proceso de 'digestión' de la capacidad instalada y del personal obrero y técnico. En esta etapa varía sustantivamente el ratio MOD/MOI -esto es, obreros directos a indirectos- a medida que la firma incorpora técnicos y profesionales y racionaliza el uso de sus recursos productivos. Los criterios formales comienzan a reemplazar la tradición oral, y la información técnica comienza a manejarse más ordenadamente, apareciendo los planos por pieza, los manuales de mantenimiento de máquinas, las rutinas de control de calidad, etc.

La cuarta 'fase' -última en la secuencia evolutiva que describiremos en las páginas que siguen- incorpora definitivamente la ingeniería de organización y métodos en torno a un programa de funcionamiento global de la firma que incluye no sólo a la planta fabril sino al resto de funciones complementarias como compras, almacenes, servicio técnico de ventas, etc. En esta etapa aparecen ya los esfuerzos de 'linearización' de distintos tramos del proceso productivo a través de la aplicación de métodos de la ingeniería de la organización como son los estudios de 'familias de piezas', 'grupos tecnológicos' y otras técnicas varias que permiten estandarizar, normalizar y, en términos más generales, ganar economías de escala mejorando los tamaños de lote, reduciendo las paradas de máquinas y los 'tiempos muertos'. Los estudios de tiempos y movimientos, el desarrollo de subcontratistas, etc. son proverbiales de esta cuarta etapa. La misma describe un estadio relativamente sofisticado de funcionamiento y organización de los diferentes departamentos de ingeniería de la firma.

La secuencia evolutiva previamente descrita no transcurre de la noche a la mañana. Antes bien, no debe asombrarnos encontrar que la misma requiere algo así como 15 a 20 años. Tampoco debe asombrarnos encontrar que no hay nada lineal y con características de 'expansión en equilibrio' en el marco de una situación específica. Finalmente, no es imposible que una firma particular no logre pasar de una 'fase' a otra, o simplemente fracase en el intento de mantenerse como organización productiva, desapareciendo en algún punto de su historia. La firma debe ser vista como si se moviera a través de sucesivas situaciones de desequilibrio en las que, por exceso o por defecto, se halla fuera del óptimo y se encuentra a la búsqueda de una asignación más racional de recursos. Como simultáneamente están cambiando las variables de contorno (el mercado, la macroeconomía) dicho proceso de ajuste rezagado es recurrente.

Por supuesto no hay nada de obligatorio, o lógicamente necesario, en las relaciones funcionales y en las 'etapas' que aquí se describen. Otras secuencias de idéntica o (diferente) duración temporal parecen lógicamente viables en contextos menos protegidos o en escenarios en los que los mercados de factores funcionen en base a reglas del juego distintas de las que son proverbiales en la región latinoamericana. (Los casos de Japón, Corea, etc. son particularmente relevantes en este sentido).

Sólo unas pocas de las firmas aquí estudiadas han alcanzado durante su historia evolutiva a transitar los cuatro estadios descritos. En particular, ello es cierto en el caso de empresas argentinas, brasileñas y mexicanas. En menor

medida la afirmación es válida en el caso colombiano. La gran mayoría de las plantas metalmeccánicas examinadas pueden localizarse en algún punto inherente a las 'fases' dos y tres de la secuencia propuesta.

Gran parte de las empresas que conforman el subgrupo estudiado cuenta con un cierto grado de 'protección natural' emergente de la existencia de ventajas de localización, o de una mayor adecuación tecnológica a requerimientos específicos de la demanda, etc. Dicha 'protección natural' debilita el papel de la competencia externa y debe ser tenida en cuenta tanto al examinar la conducta técnico-económica de las firmas estudiadas, como al proponer medidas e instrumentos de política pública.

Quizás esto mismo es lo que puede explicar la importancia básica que la ingeniería de productos parece haber tenido en los orígenes mismos de muchas de las firmas que integran este subgrupo. El problema era más el de satisfacer una demanda existente que el de hacerlo a un costo o con una especificación de calidad que hubieran podido confrontar la competencia externa.

Dicha ingeniería original de producto provino en no pocos casos, de la copia de un símil extranjero, situación que puede detectarse en maquinaria agrícola, en máquinas herramienta, en molinos para beneficiar harina o arroz, etc. En el momento inicial dicha copia, por lo general, estuvo referida a una 'generación tecnológica' relativamente antigua del producto en cuestión. Tal es el caso de Turri ^{2/} o Romi ^{3/} cuando copian un torno europeo conoplea en el inicio de su operación en los años 1940, o el caso de Zaccaria ^{4/} cuando comienza a producir molinos para beneficiar arroz en la década de los años 1930 en la región de San Pablo, Brasil. En parte son las limitaciones del equipo de capital disponible -sumamente rudimentario en esos momentos- las que llevan a ello, pero no pueden descartarse rezagos informativos de importancia en dichos primeros esfuerzos de diseño y copia de productos.

^{2/} Véase A. Castaño, J. Katz, F. Navajas, "Etapas Históricas y Conductas Tecnológicas en una Planta Argentina de Máquinas Herramienta", Monografía de Trabajo N°38, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, enero 1981.

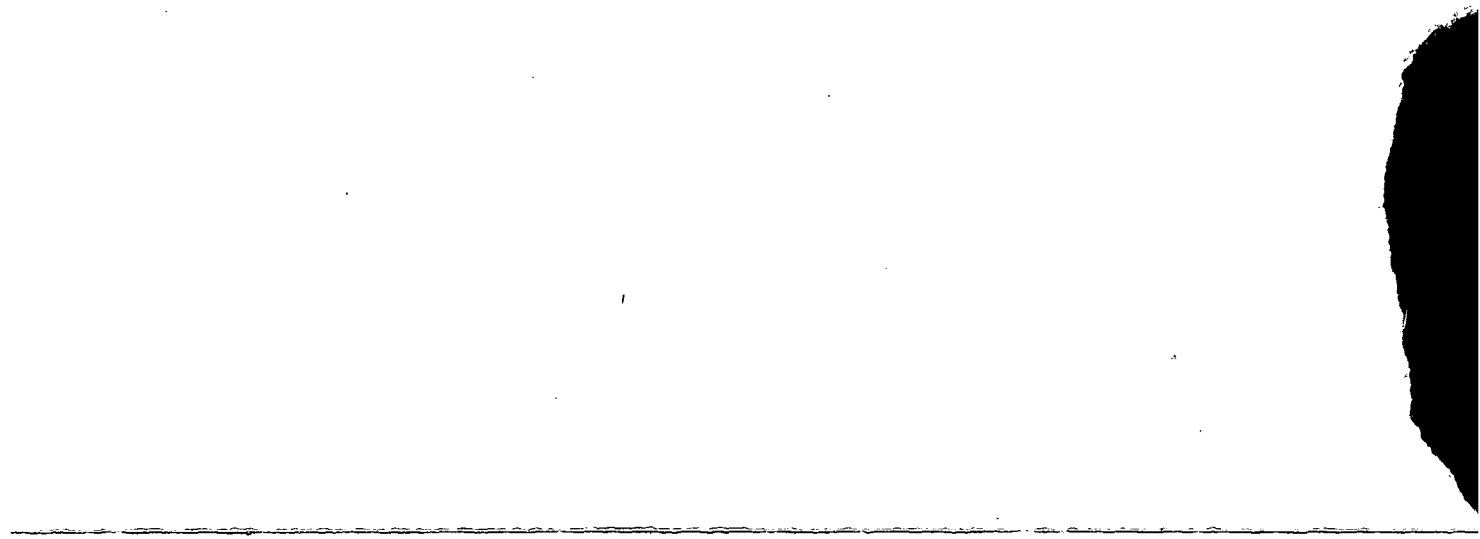
^{3/} Véase H. Nogueira da Cruz, "Relatório Parcial - Parte II. Firma E". Mimeo, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, enero 1981.

^{4/} Véase H. Nogueira da Cruz, "Evolução Tecnológica no Setor de Máquinas de Processar Cereais. Um Estudo de Caso", Monografía de Trabajo N°39, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, julio 1981.

CUADRO Nº2. ALGUNOS RASGOS TECNICO-ECONOMICOS DE LAS PLANTAS DE PRODUCCION DISCONTINUA, DE PRODUCCION EN "PEQUEÑOS LOTES" U "ORDENES INDIVIDUALES".

Fábrica y País	Producto	Propiedad, nacionalidad	Origen de la tecnología		Descripción del cambio técnico	Subcontrat. y proveedores	Patentes	Aumentos de Productividad origen y magnitud	Rasgos estructurales del crecimiento	Exportaciones	Concentración	Influencia Macro	Calificación de la mano de obra	Materias primas	Pol. del Estado y externalidades	Naturaleza del Cambio Tecnológico	Otros rasgos específicos
			Producto	Proceso y organizac.	En diseño de producto	En tecnología de proceso											
1. Rubardi Argentina (1937)	Máquina Agrícola Stock	Argentina, Empresa Familiar.	Adaptación diseños importados	Forja, maquinado y soldadura son las más capital-intensivas.	Enfasis ingeniería producto. Demanda luego rol importante en 2a. etapa. Cuerpo sembrador ab-sorbe mucha innovación.	Ahorros en tiempo de preparación de máquinas. En los modelos más complejos mayor el procesamiento interno. (70%)	Si, sobre todo en los años 70.	El aumento en econon. de escala viene por mayor tiempo de preparación de máquinas. Producción crece con las innovaciones.	Hay 2 períodos: 1º hasta 1972. 2º: 1972-78. Hasta final deben significar en recesión. Precisan con innovaciones en 1978 y reducen la complejidad.	Si, mucho a países listrosos. Puede recibir adaptación a la demanda	4 empresas Juntas 2/3 del total en 6 familias. "Quare" en función de nuevos pedidos.	Subalido a agricultores	Hay más campo para rasgos Informales, Antigüedad y "seniority"	Se usan mayores espesores en chapas por calidad y uso de más peso y robustez	Importante papel IN-FA en difusión de innovaciones. Híbridos. Innov. BioMg y rasgos de la demanda.	En 1974 lanzan máquina más compleja. Precisan y deben hacer otro diseño más simple. Usan información técnica máquinas francesas.	1. El bastidor era abulonado y lo hacen soldado. Aumento de producto lleva a cambios de proceso. 2. Hay contradicción entre especificidad del usuario y economías de escala, viabilización. 3. Hay normalización entre una generación y la siguiente. 4. Productor activo y usuario activo.
2. Secordia Brasil (1920)	Máquina agrícola. A pedido	Brasileña Esp. familiar.	Copias de máquinas importadas simples, luego más complejas	Equipos más sencillos. En 1943 montan la. S.D. como taller. Se autofabrican equipos y herram. El equipamiento se hace más sofisticado en los 70	En 1948 incorporan descompartidos de cañal. La nueva generación (1970) se abre a máquinas-herramienta.	Sólo últimamente comienza a hacer "pequeños lotes". Antes eran órdenes individuales. La 2a. generación hace costos, pone computadores, etc.	Si. Tienen unas 20 patentes de producto. No se ven grandes aumentos de los 70 a diversificar. Hay problemas adicionales por la amplitud del mix y los cambios de calidad y de subprocesos cubiertos.	Las oscilaciones de demanda de los 70 a inducen a la firma a mejorar el producto.	Recién en los años 60-70 comienzan a exportar. De nuevo como respuesta a una recesión.	De entrada tenían cerca del 20% del mercado.	En las recesiones lanzan versiones más simples y exportan, esto últimamente.	Recién con la expansión de los 70 se incorporan técnicas de mayor calificación y máquinas caras y específicas.	Al comienzo se sustituye metal por madera	Prácticamente no hay influencia estatal más allá de la protección.	Hay mucho aumento de calidad. Hay una "escuela natural" en el tratamiento del cañal a ser beneficiado	1. Después de 1970 entre en funciones la "segunda generación". Cambio mucho el manejo de la firma. 2. En 1966 contratan consultoría en organización y administración. Esto lo propone un miembro de la 2a. generación. 3. En los años 70 los productores se agrupan en cooperativas y comienzan a exigir mejoras productos.	
3. Forjas Colombia (1950)	1. Órganos de tractor 2. Autopartes 3. Actualmente: cilindros forjados para Renault y posteriormente IRI, forjas y cuerpos moladores.	Colombiana 50% nacional, 50% extranjera. Administr. alemana, luego italiana y posteriormente IRI.	Etapas las mucha diversificación y lotes chicos en organos de tractor. Etapa 2a. aumenta el nivel de sofisticación y posteriormente IRI.	Estudios iniciales hechos por consultor alemán. Hasta 1970 gestión alemana. Desde 1980 gestión IRI pero ya hay mucha colaboración. Siempre hubo desbalance entre forja y mecanización y entre aquélla y matrices.	A partir 1975 con FIAT hizo más autopartes con diseño FIAT. Desde 1977 usa diseño Renault	1) Manufactura matrices es área central en que se mejoró con introducción de nuevas máquinas. 2) Se trata de hacer "continuo" el flujo "horno-máq. de forja" para bajar costo energía 3) Aumentan tamaños lotes.	No.	Gran subutilización en todo momento. En forjas es casi 50% inefectivamente. En mecanizado 60%	Hay 3 etapas muy definidas. La alemana se fabrica rodamientos y hay ingeniería de diseño. La italiana se producen autopartes intra grupo FIAT. La IRI se hace acuerdo con Renault que aumenta lotes y exportación.	15-18% en fechas recientes (1978)	Al comienzo en un monopolio. O. Eléctrico es su único comprador.	En 1965 se abre la importación, junto al entrar en producción. Desvalorización aumentó la deuda en dólares y produjo quiebra.	En la "etapa alemana" el equipo técnico (hacia diseño de producto y serenos) tenía un nivel alto de producción.	En rodamientos hubo sustituciones de acero al cromo por acero al boro y se redujo el ciclo de producción.	1) Entrenamiento y movilidad de personal 2) En empresa pública res de capital (vía tiempo y costo de matrices nuevas). De cambio es "embodied" vía una fresadora-copiladora, una máquina pulverizadora de vidrio, etc. En cigueta también hubo muchos cambios.	En matrices hubo varios progresos aborradados de capital (vía tiempo y costo de matrices nuevas). De cambio es "embodied" vía una fresadora-copiladora, una máquina pulverizadora de vidrio, etc. En cigueta también hubo muchos cambios.	1. En cuanto finaliza la instalación hay una profunda caída de demanda. 2. En 1971 ya está en quiebra y cierra. 3. FIAT la administra de 1974 a 1980. Se cierra Dpto. de Ingeniería y se pone énfasis en ventas de autopartes. 4. En un caso interesante de formación de recursos humanos y rotación de gente. 5. En 1975 se contrató un horno para piezas pequeñas diseñado en planta. 6. El taller de mecanizado tiene muchos "cambios de betel".
4. Remo México (1941)	Molinos harineros. Casi todos a pedido. Para reparaciones hace algún equipo para stock.	Mexicana Esp. familiar.	Viene de tradición familiar en molinera. Para reparaciones hace algún equipo para stock. Se diversifica a otros productos.	Se muda a un local nuevo en 1961. Allí inicia la etapa familiar y fabricación propia. Se diversifica a otros productos.	Gran diversificación de usos de equipos pequeños.	Sólo adquieren algunas máquinas modernas en 1979	Al principio importaba 90% de cada planta que construía. Luego fue aumentando la autoproducción.	En 1965 registró la primera patente. Hay un efecto "embodied" en los años 1970.	Ya en 1950 comenzó a exportar a USA. Vende planta completa en Costa Rica. Hay en 15%.	Tiene 50% del mercado nacional. El 40% lo tiene el otro competidor (extranjero).	1) Protección alta. 2) Crédito subsidiado.	Desde 1966 tiene una escuela de capacitación	Hay mucho crédito subsidiado	Nuevos usos de una tecnología de producto ya conocida.	1. Se autofinancian con plata que traen de España, en un principio. 2. Las expansiones de 1961 son totalmente familiares. 3. Aún hoy no tiene buenos registros contables y generales.		
5. Nota-Argo Venezuela (1961)	Máquina agrícola Produce para stock	Venezolana Familiar, originada en Cuba.	Segunda rotativa copiada de modelo norteamericano. Esfuerzo adaptativo al medio local. Al tener planta de fundición este incide sobre diseño de productos.	En 1963 establecen taller propio bastante simple. A partir de 1968 también tienen planta de fundición.	Fuerte contacto con productores agrícolas proveen indicaciones de adaptaciónes necesarias. Abren posteriormente el "mix" de producción siempre sobre la base de copia de modelos extranjeros reforzados.	Trató de aumentar su grado de integración vertical incorporando fundición y fábrica de discos para arado. Su organización es más deficiente que la de Tampa o Hardi. Actualmente está mejorando incluyendo a las otras.	No.	La productividad mejora al reducir el grado de diversificación. La competencia está comenzando a usar control numérico. Iluso todavía no.	El "alma competitiva" fue cambiando en el tiempo, tras un inicio como monopolio. Hoy deben imitarlos a la competencia pues se sientan a la saga.	No exporta.	Durante casi una década son la única firma del sector. Luego entraron dos competidores: una subsidiaria y otra licenciataria de empresas extranjeras.	1) Crédito subsidiado a los agricultores es su principal fuente de expansión de demanda. 2) La contratación (1977/81) le afecta más que a las otras dos firmas.	Hasta la reciente incorporación de la "generación profesional" son las mejores intrínsecas. La licenciataria y otra subsidiaria operan con patentes pero éstas últimas operan con licencias extranjeras.	La incidencia de la política crediticia al agro es muy grande.	El grueso del cambio tecnológico hace a Ingeniería de diseño de productos.	1. En fecha reciente parecen haber comenzado un cambio generacional importante que involucra la aparición de una camada técnicamente calificada. Esta plantea renovar los métodos de trabajo y las formas de enfrentar a la competencia. 2. Tiene una experiencia interesante en el desarrollo de "talleres externos", trabajando a destajo. A partir de 1976 también desarrolla "talleres internos" a la planta, con los que trata de circumvalar la legislación laboral.	

Fuente: Elaboración propia sobre la base de distintos estudios de campo. Ver el Apéndice.



En la gran mayoría de estos casos, la ingeniería de procesos -y mucho más aún la de organización de la producción- no parecen haber cumplido un papel de significación hasta una (o incluso, dos) décadas después de la apertura original. En el equipamiento inicial abundan las máquinas usadas y autofabricadas. Los 'lay-out' de planta resultantes de la casualidad, o el azar, son mucho más frecuentes que aquéllos derivados de la programación de la producción. Hay grandes desbalances técnicos entre una Sección de planta y otra -véase dentro de la evidencia factual recogida por el Programa, el dramático desbalance entre los departamentos de forja, mecanizado y matricería que caracteriza al diseño original de planta en el caso de Forjas de Colombia. 5/ Obviamente estos talleres no tienen estándares técnicos ni costos de fabricación hasta muchos años más tarde. Asimismo, y dada la ausencia de subcontratistas, amén de una tradición familiar de autoabastecimiento, la integración vertical es casi completa, incluyendo la fundición, la ingeniería civil asociada a la construcción de nuevos edificios, etc.

La historia subsiguiente a esta iniciación empresarial en base a una ingeniería de proceso y de organización de la producción sumamente rudimentaria e informal, debe verse como un proceso secuencial de naturaleza histórica en el que interactúan dinámicamente variables inherentes a: i. la firma -al interior de la cual van cambiando las calificaciones del personal, se van gestando y especializando funciones técnicas e incorporando nuevos equipos, y todo el plantel experimenta un gradual proceso de aprendizaje-; ii. el mercado -el que simultáneamente va modificando su morfología y 'clima competitivo'- y iii. la macroeconomía de cada sociedad en particular.

Hasta aquí lo inherente al origen y características del 'paquete' tecnológico inicial con que parecen haber comenzado a funcionar muchas de las empresas metalmecánicas de proceso discontinuo examinadas en el marco del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD. 6/

Corresponde ahora ocuparnos del cambio tecnológico, es decir, de todas aquellas modificaciones del 'paquete' inicial de información técnica manejado por cada una de estas firmas. Nos interesa estudiar los determinantes, naturaleza y consecuencias de dichos cambios.

5/ Véase D. Sandoval, M. Mick, L. Guterman y L. Jaramillo, "Análisis del Desarrollo Industrial de Forjas de Colombia. 1961-1981", Monografía de Trabajo N°50, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, junio 1982.

6/ Es obvio que no es ésta la única situación factible, aunque sí es la mayoritaria dentro del presente universo de estudios de caso. Un "modelo" diferente, con un diseño original de producto y proceso mucho más externo a la sociedad local, puede verse en el estudio de Forjas de Colombia, Op.Cit. (1982), firma para la cual una empresa alemana proveyera tanto uno como otro 'paquete' de información técnica inicial. Otros ejemplos en los que también predomina la tecnología de origen externo como parte del 'paquete' tecnológico inicial, pueden sin duda hallarse en el conjunto de firmas metalmecánicas que operan con organización productiva discontinua, tipo 'taller', pero los mismos son decididamente minoría dentro de la muestra aquí examinada.

La ingeniería de productos ha sido, sin duda, la primera fuente de atracción para los esfuerzos tecnológicos domésticos en el grupo de firmas aquí analizadas. La misma involucra: i. El diseño de sucesivas 'generaciones' del producto fabricado; ii. La apertura (y, en ciertas ocasiones, el cierre) del 'mix' de producción ofrecido y, finalmente, iii. La mejora de calidad de ítems particulares dentro del 'mix'.

El primer paso en la ingeniería de producto parece con frecuencia haber sido el de tomar distancia con el/los modelo/s externo/s originalmente copiado/s, en un intento de, simultáneamente, reducir la brecha tecnológica existente entre los productos ofrecidos local e internacionalmente y adaptarse en mayor medida a las necesidades de la demanda doméstica.

Un componente técnico autónomo, endógeno a la firma, y originado en el aprendizaje tecnológico de sus oficinas de diseño, así como también un componente exógeno a la misma, relacionado con cambios en la morfología del mercado y en la naturaleza de la demanda, pueden rastrearse como los determinantes principales de un mayor esfuerzo tecnológico doméstico en materia de ingeniería de producto en los años iniciales de las historias empresarias aquí examinadas. Veamos dichos componentes con mayor detalle y a través de la evidencia empírica recogida.

De uno de los estudios efectuados en el marco del Programa, extraemos el siguiente material informativo al respecto de los determinantes de la temprana expansión de la ingeniería de producto: "En lo que a la firma se refiere hemos señalado que ... la modificación de su producto principal, pasando de un torno paralelo 'copia' del modelo Mass checoslovaco, a uno copia URSUS -que es significativamente más sofisticado y complejo- junto al incremento en el equipamiento y personal técnico que está asociado al cambio en el producto (dado que la escala se mantiene en 10-12 tornos mensuales en promedio), conforman el primer paso en la transición ...".

El estudio continúa mostrando que es, por un lado, la aparición de la industria automotriz y, por otro, el desarrollo autónomo de la capacidad interna de ingeniería de diseño de la firma, lo que induce a dicho cambio. La industria automotriz produce "... la diferenciación de dos tipos de demandas en el mercado de tornos. Una, ya tradicional, representada por talleres de reparación, mantenimiento y mecanizado que elaboran productos de bajo nivel de calidad; otro, formado por empresas de gran producción que demandan tornos automáticos y semiautomáticos así como máquinas universales de mayor calidad y cantidad de prestaciones. Dentro del primer segmento ... los trabajos a realizar inducen a demandar tornos universales de bajo precio y calidad, copia de modelos europeos de los años 1940 -por ejemplo, el torno conoplea o el Mass checoslovaco que esta firma producía en los años 1950. Por otro lado, las firmas del segundo grupo reclaman maquinaria de mayor calidad y productividad. En este sentido el torno paralelo URSUS representa un adelanto muy grande respecto a lo que la firma producía anteriormente". 7/

En relación a esta misma empresa, y a nuestro argumento previo referido a los determinantes del esfuerzo tecnológico en ingeniería de diseño, el estudio pone de manifiesto el hecho de que la copia del modelo URSUS data de 1958 -es decir,

7/ A. Castaño, J. Katz, F. Navajas, *op. cit.*, 1981.

es tres o cuatro años anterior al verdadero comienzo del 'boom' automotriz en la Argentina, que puede ubicarse en el inicio de la década de los años 1960- y está claramente asociado a la construcción de una nueva planta fabril, a la incorporación de nuevo y mejor equipamiento (un nuevo torno copiador, una agujereadora radial, etc.) y, por sobre todo, a la gestación de una oficina explícita de diseño de producto dentro del organigrama de la firma. Todo esto revela la presencia de un componente técnico autónomo, originado en el aprendizaje interno de planta, como determinante de la mejora en la ingeniería de diseño, amén de las señales emergentes del mercado, que en este caso también están presentes reclamando un producto de mayor complejidad y sofisticación para un nuevo tipo de demandante.

En este caso específico -y en varios otros al interior de la muestra de empresas aquí examinada- los cambios en la morfología del mercado y el gradual incremento en el papel de la competencia de terceras empresas, sólo empieza a cumplir un papel de significación como inductor de la conducta innovativa al menos una década más tarde. En otros términos, y refiriéndose siempre al desarrollo inicial de la capacidad de ingeniería y al mayor esfuerzo relativo en diseño de producto que la misma parece haber involucrado, resalta la importancia del factor técnico autónomo -interno a la firma- y de las señales emitidas por la demanda, a la vez que también resulta revelador el escaso papel de la competencia como inductor de la conducta innovativa.

Pese a que la evidencia empírica disponible confirma el desarrollo más temprano de la ingeniería de diseño, también nos revela el alto grado de asociación que existe entre ésta y la ingeniería de producción. Ya desde los primeros momentos se pone de manifiesto una relación que cobra mayor intensidad al cabo de varios años, cuando el desarrollo del 'clima competitivo' así lo justifica, y que es la que existe entre calidad del producto y equipamiento empleado para fabricarlo. Aún cuando la firma puede no tener durante sus años iniciales un departamento técnico específico dedicado a ingeniería de producción -departamento que en muchos casos vemos aparecer al crecer la escala de planta, diversificarse el 'mix' de producción y hacerse más complejo el equipamiento- parece evidente que la mejora de calidad del producto originalmente ofrecido, o el lanzamiento de sucesivas 'generaciones' mejoradas de dicho producto inicial, reclama la introducción de nuevas y mejores maquinarias, la aparición de nuevos subprocesos previamente no empleados (como por ejemplo la rectificación o el tratamiento térmico de partes y piezas). Dicha incorporación de equipos y actividades frecuentemente conlleva la necesidad de encarar problemas de diseño de planta, ingeniería de procesos, etc. que, aunque no necesariamente implican un departamento u oficina especialmente dedicado a ello, indefectiblemente reclaman horas del personal técnico y de ingeniería.

Hasta aquí lo relativo al diseño de nuevas 'generaciones' del producto original y a la gradual mejora de calidad incorporada en el producto. También forma parte de la estrategia empresarial basada en un desarrollo temprano de la ingeniería de diseño de producto, la apertura y diversificación del 'mix' de producción. Es obvio que ésta necesariamente demanda esfuerzos tecnológicos de diseño de producto al igual que lo hace la mejora de calidad o el lanzamiento de sucesivas 'generaciones' del producto original, previamente mencionados. Sin embargo, y en lo que hace a los determinantes y consecuencias de la apertura y diversificación del 'mix' de producción ofrecidos al mercado, parece conveniente volver a la evidencia empírica recogida en la medida en que ésta nos revela rasgos adicionales

de interés.

En muchos casos la decisión de ampliar y diversificar el 'mix' de producción parece haber estado asociada a: i. limitaciones en el tamaño del mercado doméstico, ii. recesiones a escala de la economía en su conjunto reflejadas en caídas de demanda en los mercados específicos atendidos por la firma en cuestión, y, iii. la entrada de nuevos competidores al mercado.

En este sentido, el material obtenido revela que no es infrecuente la apertura de nuevas familias de productos ^{8/} o el lanzamiento de versiones menos complejas de productos ya conocidos, en respuesta a caídas de la demanda o a índices de saturación del mercado relativamente altos, ^{9/} o a lanzamientos semejantes de la competencia.

De cualquier forma, y en lo que se refiere a las consecuencias de la diversificación, la ampliación del 'mix' de producción necesariamente implica cambios en el plan de producción, un mayor número de paradas y de preparaciones de máquinas y, en general, una mayor incidencia de 'tiempos muertos' improductivos. En otros términos, parece clara la existencia de una asociación estadística negativa entre grado de diversificación de la firma y aprovechamiento de las economías de escala.

Podemos ahora intentar resumir brevemente lo dicho hasta aquí en materia de determinantes, naturaleza y consecuencias del cambio tecnológico emergente en las primeras etapas de funcionamiento fabril de los establecimientos metalmecánicos estudiados. La evidencia disponible indica que la capacidad tecnológica doméstica tiende, en las plantas fabriles examinadas, a desarrollarse tempranamente en el área de la ingeniería de diseño de productos. Dicha área involucra el diseño de nuevos productos, el aumento de calidad en los ya conocidos y, finalmente, la ampliación del 'mix' ofrecido al mercado. Entre los determinantes de dicho desarrollo temprano de la capacidad doméstica de diseño aparecen variables inherentes al nivel técnico inicial, y aprendizaje tecnológico posterior, del elenco profesional y técnico de la firma, así como también fuerzas emergentes del lado de la demanda y, en menor grado durante las etapas iniciales, del 'clima competitivo' prevalente en el mercado específico en que la firma actúa. En lo que a consecuencias se refiere, sabemos, por un lado, que el lanzamiento de nuevos productos y la mejora de calidad tienden a estar asociados a la incorporación de nuevos equipos y subprocesos en la planta fabril, hecho que necesariamente induce a la realización de inversión física en planta y de ciertos esfuerzos en materia de ingeniería de procesos, concomitantemente con los de ingeniería de diseño de producto.

^{8/} J. Berlinski, "Innovaciones en Productos y Aprendizaje (El Caso de una planta argentina de implementos agrícolas)", Monografía de Trabajo N°43, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, enero 1982.

^{9/} M. Turkieh, "El cambio tecnológico en la industria venezolana de maquinaria agrícola. El caso de Pota Agro S.A. El caso de Tanapo S.A. El caso de Nardi C.A.", Mimeo, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, 1982.

También sabemos, finalmente, que todo esfuerzo en materia de ingeniería de diseño que termine ampliando el 'mix' de producción -ceteris paribus el equipamiento disponible- probablemente ejercerá un efecto negativo sobre la eficiencia técnica de planta, al aumentar las preparaciones de máquinas, las paradas y los 'tiempos muertos', reduciendo así las economías de escala captadas por la firma.

El paso siguiente en el desarrollo de la capacidad tecnológica doméstica parece estar asociado al afianzamiento de la ingeniería de procesos. Dijimos anteriormente que formas primarias de ingeniería de procesos generalmente aparecen ya desde el comienzo de la actividad fabril aún cuando no exista un departamento formal encargado de ello. Sin embargo, lo que interesa aquí identificar es el conjunto de circunstancias que rodean la consolidación de dichas funciones y, nuevamente, la naturaleza y consecuencias del cambio tecnológico -o nueva información técnica- emergente de dicho departamento.

La creación de un departamento de ingeniería de procesos, y su consolidación dentro del organigrama de la firma, parecen por lo general estar asociados a un cambio de significación en la escala de operaciones de la empresa. Esto, a su vez, necesariamente implica un programa de equipamiento, el rediseño y modificación parcial o total del 'lay-out' de planta, la incorporación de nuevas calificaciones dentro del personal obrero y técnico, etc.

Tanto el equipamiento inicial, como el establecimiento fabril cuasi artesanal de los primeros años se convierten en factores limitativos del desarrollo potencial en muchos de los casos aquí examinados. La existencia de demanda excedente y la apertura, en algunos de nuestros estudios, de nuevos mercados asociados a la implantación de la industria automotriz, aseguran perspectivas optimistas de expansión, las que en no pocas oportunidades desencadenan un cambio de localización, el diseño o la compra de un nuevo establecimiento fabril y la toma de contacto con proveedores internacionales de equipos.

Los temas relativos al financiamiento de la expansión de planta con que se inicia la segunda 'fase' de la secuencia aquí examinada, reclaman especial atención. Los distintos estudios de casos revelan que el acceso al crédito subsidiado otorgado por la banca oficial, la recepción de inversión privada externa, los créditos y acuerdos de 'joint-venture' con proveedores internacionales de equipos, los recursos propios de origen familiar, etc. aparecen en esta etapa permitiendo la expansión de planta. La posibilidad o no de acceder a alguna de estas formas alternativas de financiamiento, las condiciones específicas del mismo, etc. sin duda inciden sobre la probabilidad de que alguna firma en particular aventaje a sus competidores inmediatos en el momento mismo de conformación del mercado, ^{10/}gestándose así rasgos morfológicos del mismo que tienen amplias repercusiones de allí adelante.

Son proverbiales de esta etapa, además del rápido crecimiento del volumen físico de producción, los siguientes hechos: i. El aumento de calidad del producto, fenómeno que se asocia a la incorporación de nuevos subprocesos (y los equipos necesarios para ello) tales como el templado o tratamiento térmico, la rectificación, etc.; ii. El aumento en el índice de integración vertical; iii. La incorporación de nuevas calificaciones en el personal operario y técnico, etc.

^{10/} A. Castaño, J. Katz, F. Navajas, *Op.Cit.*, 1981.

Al respecto de dichos temas encontramos referencia explícita en algunos de los estudios de casos efectuados por el Programa. Con respecto a la planta de Zaccaria, escribe H. Nogueira Cruz, (1981): "En 1943 mudan sus instalaciones a un predio propio y el proceso productivo que tenía características de taller comienza a transformarse en una fábrica que dispone de mayor cantidad de equipamiento y mejor organización del espacio. La productividad de la mano de obra y del conjunto de factores aumenta ... Debido al bajo desarrollo de la infraestructura industrial la empresa busca empeñosamente aumentar su integración vertical. En 1944 establece su propia fundición y en 1945 crea su propia sección de trabajos de caucho". 11/

A su vez, A. Castaño et. al. *op. cit.* (1981) en el estudio de Turri S.A. afirman: "En primer lugar sobresalen las fuertes inversiones llevadas a cabo en la construcción de la nueva planta y en el equipamiento de la misma. Es interesante notar la forma en que se prepara la planta para producir los nuevos bienes y aumentar luego la escala de operaciones. Por un lado, el grueso de la inversión en maquinaria y equipo es destinada a la sección de mecanizado siguiendo un doble propósito: aumentar la capacidad de producción y mejorar la calidad del producto." Se explica algo más adelante en dicho trabajo que dentro del equipamiento incorporado en ese momento las máquinas más importantes son: i. Una rectificadora, que permite cuatriplicar el número de tornos mensuales que la planta está en condiciones de fabricar, elevando al mismo tiempo la calidad de los engranajes, parte vital de los mismos; ii. Una brochadora, que sustituye la tarea de una mortajadora relativamente antigua que también constituía un claro 'cuello de botella' en el equipamiento del viejo establecimiento; iii. Un cepillo, que permite mejorar sensiblemente la calidad de los equipos fabricados, especialmente en la preparación de la bancada de los tornos paralelos.

Sorprende también que, dentro del equipamiento incorporado en este momento, aparece un conjunto de sopletes especiales de fabricación propia que permite a la firma introducir el templado de la bancada varios años antes que sus competidores más cercanos, logrando un importante liderazgo de calidad en el mercado nacional.

En resumen: incrementar significativamente el volumen físico de producción y la calidad del producto fabricado, aparecen como objetivos centrales de los momentos iniciales de la segunda 'fase' aquí descripta.

Pese a que, en función de dichos objetivos, el volumen físico de producción y la calidad del producto crecen significativamente en el inicio de esta segunda 'fase', resalta el hecho de que por varios años la situación no parece reflejar un punto de óptimo. Antes bien, la evidencia disponible revela que la 'digestión' plena de este proceso expansivo lleva tiempo y esfuerzos tecnológicos domésticos tanto en materia de ingeniería de procesos como en materia de Métodos y Organización de la producción. Nuevamente el estudio de Turri S.A. resulta revelador en este sentido:

11/ H. Nogueira da Cruz, *op. cit.*, 1981.

"A nivel de subsecciones estaban ausentes todo tipo de métodos y tiempos asignados al operario que no fueran los provistos por los capataces o supervisores sobre la base de su propia experiencia. Además era notoria la escasez de dispositivos, máscaras, y herramental en cada tarea de mecanizado y montaje, así como la falta de planos, rutinas a seguir, etc. A nivel del proceso en su conjunto las tareas de programación eran realizadas por el jefe de planta en forma muy sencilla. Esto se complicó cuando -al aumentar la escala de la firma- la planificación de compras y el seguimiento del producto superaron las posibilidades de lo que el jefe de planta podía realizar ... (sin embargo) Los técnicos en métodos y programación serán incorporados recién a partir de 1968". (Obsérvese que esto es casi una década más tarde del momento del equipamiento a que hace referencia la primera parte del párrafo anterior).

En otros términos: el aumento en la escala operativa y la mejora de calidad del producto fabricado, que están involucrados en la expansión del taller artesanal original, reclaman un programa intensivo en equipamiento, y la incorporación de nuevos 'skills' y rutinas de ingeniería. El 'paquete' global de tecnología de procesos y de ingeniería de organización y métodos que ello implica no está disponible ex-ante, ni puede ser obtenido sin que medie un esfuerzo tecnológico doméstico 'hecho a medida'. Una parte de dichos esfuerzos tecnológicos deben necesariamente provenir del departamento de ingeniería de planta en sí, el que tendrá a su cargo el diseño y construcción de dispositivos y herramental complementario a los equipos centrales asociados a la expansión de planta, ídem para el instrumental de control de calidad, etc. Otra parte del esfuerzo tecnológico local deberá provenir del departamento de Organización y Métodos que -generalmente algo más adelante en la historia evolutiva del establecimiento 'tipo' aquí examinado- habrá de ocuparse de tiempos y movimientos, sistemas de incentivos sobre tiempos estándar, control de stocks y, más ampliamente, de la programación global de toda la operación productiva.

La evidencia empírica recogida describe esta segunda 'fase' de la historia empresaria como básicamente asociada a la expansión de la planta fabril. La misma está lejos de ocurrir en base a un programa armónico. A raíz de ello genera toda clase de desbalances técnicos y de situaciones de desequilibrio. La tercera 'fase' de la historia evolutiva cubre justamente el proceso de 'digestión' de dicha expansión acelerada.

'Digerir' la expansión de planta puede llevar varios años y requerir ajustes de importancia en la dotación de factores y en toda la rutina operativa. El marco macroeconómico en el que opera cada firma en particular no resulta ajeno a la velocidad y naturaleza de dicho proceso de ajuste. En el contexto de una situación expansiva y con demanda excedente la 'digestión' de un aumento significativo en la escala de planta -véase, entre los estudios del Programa el caso de Aceros Chihuahua en el medio mexicano ^{12/}- necesariamente debe resultar distinta de la que tiene lugar en un escenario recesivo. Ejemplos de este último tipo de situación pueden verse en los casos argentinos de Turri S.A. o Gherardi Hnos., durante la contracción de 1966, o en los de las plantas venezolanas de maquinaria agrícola

^{12/} A. Mercado, estudio sobre la Empresa Chihuahua, mimeo, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, 1981.

- Rota-Agro y Nardi- cuando, en 1978, deben afrontar una marcada contracción de demanda tras haber finalizado sus respectivas expansiones fabriles. 13/ 14/

De cualquier manera, y más allá de la forma y duración del proceso de 'digestión' de la expansión fabril, es importante observar que el mismo reclama un considerable monto de esfuerzos tecnológicos domésticos tanto en materia de ingeniería de procesos como en materia de ingeniería de organización y métodos. También es importante ver que, casi con seguridad, la empresa habrá de formularse una estrategia de abordaje de los distintos problemas técnicos que subyacen bajo su funcionamiento cotidiano y que dicho abordaje estará íntimamente relacionado, por un lado, con la dimensión, ritmo de incorporación y tipo de calificación de su personal técnico y, por otro, con la naturaleza de las actividades y subprocesos que desarrolla, los equipos que emplea, etc.

Es nuestra impresión de que dicha estrategia de abordaje va de lo simple a lo complejo, y desde las tareas 'machine-paced' -o sea, aquéllas en las que existe información técnica indicativa del estándar teórico de operación de la máquina- hacia las tareas 'labour-paced' que son más difíciles de sistematizar. Asimismo, la evidencia recogida sugiere que los problemas técnicos asociados al funcionamiento de las máquinas, y a la ingeniería de proceso en general tienden a encararse antes que los temas de organización y métodos. La gradual incorporación de nuevas especialidades y calificaciones dentro del personal técnico y de ingeniería de la firma, refleja la existencia de un proceso evolutivo del tipo del que aquí se postula.

La cuarta y última 'fase' de la secuencia evolutiva examinada involucra el crecimiento y la consolidación de la ingeniería de organización y métodos. Ubicada ya en la escala de una planta de tamaño 'intermedio' y 'digerida' la rápida incorporación de factores resultan difíciles de prever nuevas expansiones dramáticas de la planta fabril. Ello no descarta la incorporación de nuevos equipos, en especial en la medida en que los mismos impliquen un mayor grado de automatización en subprocesos específicos -soldadura, bobinado de motores, etc.- o la introducción de 'centros de mecanizado', que permiten reunir varios subprocesos en una sola máquina, elevando simultáneamente el grado de automatización de la operación en su conjunto. Sin embargo, pensamos que el rasgo central que caracteriza a esta 'etapa' tecnológica es el de la gradual expansión de los esfuerzos técnicos destinados a racionalizar y optimizar el funcionamiento de la firma como un todo. Los estudios de 'familias de piezas', la reorganización del 'lay-out' de fábrica por 'grupos tecnológicos', los estudios de métodos por secciones, comenzando por aquellas 'machine-paced' y moviéndose posteriormente a las secciones de montaje, que son mucho más 'labour-paced' que las de mecanizado, los programas de estandarización y normalización, los estudios de optimización de stocks, el desarrollo de subcontratos, etc. constituyen el output típico de nuevos conocimientos de ingeniería 'producidos' por el departamento de Organización y Métodos a lo largo de esta etapa.

13/ A. Castaño, J. Katz, F. Navajas, op. cit., 1981.
J. Berlinski, op. cit., 1982.

14/ M. Turkieh, op. cit., 1982.

En cierta forma dicho flujo de conocimientos técnicos es de naturaleza 'desincorporada', pero dado que, con frecuencia, su puesta en práctica reclama simultáneamente el uso de nuevos y mejores equipos y/o el rediseño del producto, resulta poco menos que imposible separar la parte 'incorporada' de la 'desincorporada' dentro del progreso tecnológico global alcanzado por la empresa.

Hasta aquí hemos examinado la naturaleza y características del cambio tecnológico -es decir, de todas aquellas modificaciones del 'paquete' inicial de información técnica- introducido a lo largo del tiempo por las firmas metalmeccánicas que integran la presente muestra. En particular, hemos prestado atención al carácter secuencial del mismo -ingeniería de producto primero, seguida luego por la ingeniería de procesos y, finalmente, por la ingeniería de Organización y Métodos- y al complejo conjunto de variables de índole estrictamente microeconómica que inciden sobre él. Hemos mostrado que el desarrollo de la capacidad de ingeniería al interior de los establecimientos estudiados puede verse como una sucesión de 'etapas' en las que se va modificando tanto la dimensión como la composición del plantel de ingenieros y técnicos de que dispone la firma, a medida que los requisitos de 'digestión', primero, y de optimización, después, de la expansión fabril, lo tornan necesario. Ello permite a la empresa funcionar en base a un 'paquete' cada vez más sofisticado e idiosincrático de información técnica. Hemos indicado, también, que dicha sucesión de etapas reclama tiempo e involucra diversas formas de aprendizaje en distintas ramas de la ingeniería. Ello hace que el desarrollo de estas firmas no deba ser visto como si se tratara de una situación de 'equilibrio dinámico'. Antes bien, lo característico es el error por exceso o por defecto, y la posterior corrección en función de un nuevo input tecnológico originado en las ingenierías de planta.

Nuestra descripción del proceso evolutivo se ha concentrado hasta aquí en lo observado al interior de los establecimientos fabriles estudiados. En función de ello hemos prestado menos atención a otro proceso, también secuencial, colateral al examinado, e íntimamente relacionado con el mismo. Nos referimos al proceso evolutivo que, concomitantemente, sigue el mercado, en su morfología, y en su 'clima competitivo'. Tal como veremos a continuación, el desarrollo de las ingenierías de planta no es independiente de lo que ocurre en el plano del mercado.

Tanto la morfología del mercado como el 'clima competitivo' imperante en una determinada rama de industria van sufriendo modificaciones a través del tiempo. Dos grandes 'escenarios tipo' pueden ser descriptos en base a la información recogida en los distintos estudios de casos que sirven de base al presente trabajo. El primero de ellos corresponde a aquellas situaciones en las que inicialmente prevaleciera un régimen de monopolio. La industria automotriz, o algunas de sus ramas subsidiarias son, en diversos países de la región latinoamericana, ejemplo de este tipo de conformación morfológica original del mercado.

En el punto de partida 'la' industria consiste exclusivamente de un solo productor, el que opera protegido de la competencia externa ya sea por barreras arancelarias o por prohibición directa de importación. Existe demanda excedente en el mercado doméstico, siendo características las 'colas' en lo que a plazos de entrega se refiere. Los años de la inmediata post-guerra describen una situación de este tipo en distintos mercados metalmeccánicos de Argentina y Brasil, en tanto que Perú y Venezuela muestran una evolución parecida recién en la década de los años 1960 y 1970.

Dadas esas condiciones iniciales no debe sorprender el hecho de que la firma opere durante años iniciales con rentas anormalmente altas, sin que consideraciones de costos y/o calidad figuren prominentemente dentro de sus preocupaciones inmediatas. Dejando de lado el momento de la 'puesta en marcha' de planta, que puede haber requerido un monto significativo de esfuerzos de ingeniería destinados a resolver problemas de montaje, balanceo de 'línea' en caso de producción continua, etc. parece razonable suponer que alcanzar un adecuado nivel de utilización de la capacidad instalada debería constituir en estos casos, un objetivo prioritario para la empresa.

Tal como lo sugieren los modelos convencionales una situación de este tipo está llamada a inducir el ingreso de nuevos productores al mercado en función de la presencia de rentas diferenciales. Dichas rentas también pueden inducir una rápida expansión de la capacidad instalada de la firma original. En uno y otro caso tanto la morfología del mercado como el 'clima competitivo' prevalente en la rama habrán de seguir por caminos distintos. Ello tendrá consecuencias para la conducta tecnológica del sector. En caso de que se concretara el ingreso de nuevos productores resulta obvio que la participación de mercado del monopolista original está llamada a disminuir. El 'clima competitivo' puede o no reflejar dicho ingreso de nuevos productores. Si la protección externa sigue siendo alta y el mercado doméstico permite la presencia de la firma original y de las nuevas empresas bien puede plantearse una división de mercados sin que efectivamente tome forma una lucha competitiva que llegue a manifestarse en precios, calidad, etc. En caso contrario, la presión competitiva puede inducir tanto a esfuerzos de ingeniería destinados a reducir costos (y precios) como a intentos de diferenciación de productos, a una mayor apertura del 'mix' ofrecido al mercado, a un aumento de calidad, incluida una reducción de la 'edad' o 'generación tecnológica' de los diseños localmente fabricados.

El crecimiento de las ingenierías de planta -y la incorporación de nuevas calificaciones dentro del elenco profesional y técnico- sin duda habrá de reflejar la situación del mercado. Allí donde la calidad del producto, el 'mix' de producción o la 'edad' o 'generación tecnológica' del producto ofrecido, jueguen un papel más importante que la baja del precio, es de esperar que se registre un temprano desarrollo de la ingeniería de diseño, tal como el mismo ha sido descrito en páginas previas. En cambio, en aquellos casos en que la elasticidad de demanda al precio resulte mayor, y donde la calidad o la 'edad' del producto no jueguen un papel tan fundamental -como por ejemplo en máquinas herramienta simples de tipo universal empleadas en tareas de reparación y mantenimiento- existen razones para esperar un mayor esfuerzo relativo en el área de la ingeniería de procesos, destinado a reducir costos de producción y precios.

El escenario sería algo distinto -tanto en materia de morfología del mercado como en lo que hace a conducta tecnológica- en caso de que la demanda excedente original indujera la expansión de la única planta existente al comenzar el análisis, perpetuándose así un régimen de monopolio. En esta situación resulta menos factible esperar la realización de esfuerzos tecnológicos de diseño destinados a diferenciar el producto, ampliar el 'mix' o fabricar 'generaciones' más 'nuevas' del diseño original. La ingeniería de procesos y, posteriormente, la de organización y métodos, podrían recibir una mayor atención relativa en función de captar economías de escala subyacentes bajo el proceso productivo, o de permitir una mayor utilización de planta cuando la subutilización del equipo obedece a problemas técnicos, a desbalances inter-seccionales, etc.

Tal como dijéramos previamente, son varias las ramas de la industria metal-mecánica latinoamericana que comenzaron funcionando en condiciones de monopolio para transformarse posteriormente, y en forma gradual, en situaciones de oligopolio diferenciado. La evidencia empírica disponible sugiere que transiciones de esta índole pueden cubrir la historia de un determinado mercado durante diez (o más) años, período a lo largo del cual tanto la morfología del mismo como el 'clima competitivo' prevalente en su interior van sufriendo sucesivas transformaciones. La magnitud y naturaleza de los esfuerzos tecnológicos encarados por las firmas y, consecuentemente, el desarrollo de los departamentos de ingeniería y el patrón de utilización de recursos humanos calificados, habrán de estar estrechamente asociados a los rasgos del mercado previamente mencionados. Estos, a su vez, irán cambiando en función, entre otras cosas, de los esfuerzos tecnológicos encarados por las distintas empresas. Emerge así un proceso de determinación simultánea entre conducta tecnológica y morfología y competitividad del mercado.

La segunda de las dos situaciones 'tipo' observadas en el curso de nuestros estudios de campo describe una situación inicial caracterizada por la presencia de diversos productores pequeños e indiferenciados. La fabricación de maquinaria agrícola, o de distintos tipos de máquinas herramienta, se acerca bastante a esta tipología.

El hecho de que se observe la existencia de diversos productores pequeños e indiferenciados no es evidencia suficiente como para suponer la presencia de elementos competitivos en el seno del mercado. Tanto en la fabricación de maquinaria agrícola como en el campo de las máquinas herramienta, nuestras investigaciones han puesto de manifiesto la presencia de un cierto monto de 'protección natural' proveniente de la localización geográfica, de la adaptación tecnológica de los diseños ofrecidos al mercado, etc. Dicha fragmentación de la oferta, y la falta de elementos competitivos, constituyen rasgos iniciales del mercado, anteriores al proceso de expansión fabril de cualquiera de las firmas integrantes del mismo. En otros términos, y dado que hemos descrito la historia evolutiva del 'establecimiento tipo' como compuesta por cuatro 'etapas' o 'fases' sucesivas, la segunda de las cuales involucra la rápida expansión de la planta fabril, corresponde ahora indicar que este estadio inicial del mercado -en el que prevalece la fragmentación de la oferta y la falta de presión competitiva- está referido a un 'momento' en el que todos los establecimientos están en la primera 'fase' o 'etapa' de su secuencia evolutiva.

Factores exógenos al mercado -la asociación con un inversor extranjero, el crédito subsidiado de la banca oficial, un éxito innovativo, generalmente en el área del diseño de producto, o algún otro fenómeno de naturaleza igualmente aleatoria- parecen haber incidido en el hecho de que, en algún punto de la historia, uno de los varios productores indiferenciados adquiriera cierta preponderancia sobre el conjunto de establecimientos que integran la rama, penetrando a partir de allí, en la segunda 'fase' de su historia evolutiva, a través de la rápida expansión de su planta fabril.

Tal como hemos visto anteriormente, la expansión de la planta fabril involucra tanto el aumento en el volumen físico de producción como la mejora de calidad, este último a raíz de la incorporación de nuevos y mejores equipos de capital. En función de ello, por un lado, la morfología inicial del mercado está llamada a cambiar aumentando la participación relativa de aquel productor -antes pequeño e indiferenciado- que encare adelantadamente su expansión fabril. Por otro lado,

y simultáneamente, la mayor calidad que hace viable el nuevo equipamiento consolidará la posición de liderazgo que dicho productor estará en condiciones de establecer. Este cambio en la morfología del mercado no necesariamente debe traer aparejado -en forma inmediata, al menos- un aumento en las fuerzas competitivas imperantes en la industria. Por un lado, si el mercado funcionaba con demanda excedente o si, concomitantemente con la expansión de la oferta, se está produciendo un rápido aumento de la demanda -como ha sido el caso en muchas de las industrias metalmeccánicas asociadas a la implantación del sector automotriz en países como Argentina, Brasil, México, etc.- la expansión fabril mencionada puede ser absorbida sin que dicho aumento de oferta deba necesariamente desplazar a productores ya establecidos. Por otro lado, dada la mejora de calidad alcanzada conjuntamente con la expansión de planta, resulta factible suponer que la empresa líder habrá de cubrir los tramos más sofisticados de la demanda dejando el resto de la misma para el conjunto de firmas pequeñas e indiferenciadas. En uno u otro caso, sin embargo, la presión competitiva está llamada a crecer al cabo de algunos años, siendo ello así por varias causas distintas. Primero, porque no resulta improbable que otros productores intenten su propia expansión fabril atraídos por la presencia de demanda excedente o de rentas diferenciales en los submercados más sofisticados. Segundo, porque en las fases recesivas del ciclo el productor líder probablemente enfrentará la caída de demanda en su propio submercado invadiendo los de las empresas menores, aun a costa de bajar la calidad o modificar el 'mix' de producción ofrecido, como puede verse en el estudio sobre maquinaria agrícola efectuado en Argentina ^{15/}. Tercero, por la gradual difusión de información técnica al interior de la rama, que paulatinamente erosionará las ventajas tecnológicas de la empresa líder. En particular aquéllas que no requieren de nuevos equipamientos masivos habrán de difundirse en pocos años al conjunto de empresas que componen la industria.

Por todas y cada una de estas razones -ingreso de nuevos productores o expansión de los existentes por vía de la apertura del 'mix' de producción, caídas de la demanda global en la fase recesiva del ciclo, gradual difusión de información técnica al interior de la rama, etc.- resulta razonable esperar que la presión competitiva aumente a través del tiempo. Así pues, por un lado, la morfología del mercado está llamada a cambiar al producirse la expansión de planta del productor más aventajado y, por otro, el 'clima competitivo' prevalente en la industria también lo hará en función de las variables previamente mencionadas. A raíz de todo lo anterior, la situación inicial caracterizada por la presencia de diversos productores pequeños e indiferenciados, poco confrontados a presiones competitivas regulares y sistemáticas, acaba en el correr del tiempo transformándose en una situación de oligopolio diferenciado, parecido en varios sentidos al caso previamente examinado.

También al igual que en el caso anterior debemos aquí prever una clara asociación entre conducta tecnológica empresarial y morfología y competitividad del mercado. Tanto el ritmo de desarrollo de las ingenierías de planta -incluido aquí el ritmo y la naturaleza de las nuevas actividades técnicas y calificaciones profesionales incorporadas por la firma- como la importancia relativa dada a los

^{15/} J. Berlinski, *op. cit.*, 1982.

esfuerzos de ingeniería asociados a la calidad del producto o al grado de apertura del 'mix' de producción vis a vis aquellos otros dedicados a la búsqueda de reducciones de costos (y precios), se verán afectados, y afectarán, por la morfología del mercado y el grado de competitividad prevalente en el mismo.

Concluimos aquí nuestro examen de la relación que existe entre variables del mercado y conducta tecnológica de la firma individual. Hasta este punto hemos prestado atención, primero, a lo estrictamente específico de la empresa particular -es decir, a los determinantes microeconómicos del proceso evolutivo y secuencial que sigue la capacidad de ingeniería de una firma dada- y, segundo, a las variables del mercado -morfología y competitividad- como fuerzas que influyen sobre dicho proceso. También en el plano de lo macroeconómico se generan recurrentemente señales que inciden sobre la conducta tecnológica empresarial. En el marco del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD hemos tenido ocasión de detectar respuestas de tipo tecnológico a diferentes estímulos provenientes del campo de la política pública, tanto tecnológica como de otra índole. Reseñamos a continuación algunas de dichas respuestas.

1. Los instrumentos de política económica destinados al manejo de la demanda agregada -cambiarlos, crediticios, fiscales, monetarios- inciden sobre la conducta tecnológica empresarial tanto por el lado de la demanda como, en algunos casos, por el lado de la oferta. Veamos brevemente ambas situaciones.

Una política expansiva (o recesiva) a nivel del conjunto de la actividad económica seguramente desencadena una evolución de idéntico signo -aunque no necesariamente de igual magnitud- en mercados particulares. Varios de los estudios realizados en el marco del Programa revelan que un comportamiento frecuente en los períodos recesivos es el de recurrir al lanzamiento de nuevos diseños de producto, relativamente menos sofisticados y de mayor universalidad en el uso. ^{16/} Asimismo, otra respuesta típica de períodos recesivos es la de reducir el coeficiente de subcontratación, volviendo a traer al interior de la firma subprocesos o actividades dados a terceros en épocas de funcionamiento 'normal'. ^{17/} Contrariamente a ello, la faz expansiva del ciclo -frecuentemente asociada a políticas fiscales y crediticias que subsidian el equipamiento- parece asociada a un fenómeno inverso en materia de subcontratación y al lanzamiento de nuevos productos de mayor nivel de complejidad y sofisticación.

Parece innecesario destacar que cualquier respuesta reactiva que involucre modificar el 'mix' de producción -incluso recurriendo al lanzamiento de nuevos diseños no necesariamente disponibles en el archivo de productos de la firma-, cambiar el grado de integración vertical, sustituir subprocesos (a efectos de actuar sobre la calidad del producto fabricado), etc. implica modificar la rutina de funcionamiento de la planta, el diagrama de carga de máquinas y, en términos más generales, la organización del proceso productivo. Cada una de las funciones de

^{16/} J. Berlinki, *op. cit.*, 1982. También A. Castaño, J. Katz, F. Navajas, *op. cit.*, 1981.

^{17/} J. Berlinski, "Innovaciones en el Proceso y Aprendizaje en una Planta Argentina de Fundición", *Monografía de Trabajo* N° 45, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, abril 1982.

ingeniería -diseño de productos, proceso e ingeniería de la organización- están llamadas a cumplir un rol en una eventualidad de este tipo, hasta alcanzar una nueva rutina operativa. En otros términos: la firma necesariamente reflejará en el plano tecnológico -entre otros- su reacción frente al desplazamiento de la curva de demanda que resulta de un programa expansivo (o recesivo) a nivel de la economía en su conjunto.

Algunos de los instrumentos de manejo de la demanda agregada -por ejemplo la tasa de interés o el tipo de cambio- también repercuten sobre la conducta tecnológica empresarial por el lado de la oferta, en tanto o en cuanto encarecen (o abaratan) programas de equipamiento y modernización fabril, el costo de mantener inventarios de partes y piezas, etc. También nuestras investigaciones de campo son ilustrativas en este plano. La elevación de la tasa de interés indujo a Turri S.A. -así como a muchas otras firmas metalmeccánicas argentinas- a reducir sustantivamente la duración del 'ciclo de fabricación', al tiempo que también llevó a postergar programas de equipamiento y a intensificar esfuerzos de racionalización del proceso productivo, incluidos trabajos de estandarización y normalización en el área del diseño, aplicaciones de las metodologías de 'grupos tecnológicos' y de 'familias de piezas' destinadas a incrementar los tamaños de lote, etc. En este sentido, puede afirmarse que la elevación de la tasa de interés indujo a sustituir esfuerzos locales de ingeniería por nuevo equipamiento.

A su vez, el tipo de cambio también aparece como relacionado con los programas de equipamiento y modernización fabril, en particular en la medida en que éstos involucran la incorporación de equipos importados. En este sentido, son varias las consecuencias tecnológicas que hemos podido detectar en el curso de los estudios realizados. Por un lado, resulta claro que el gradual abaratamiento de la moneda extranjera ha influido sobre la propensión empresarial a automatizar subprocesos específicos, particularmente en el área del mecanizado, donde la incorporación de equipos de comando numérico aparece como una tendencia de reciente gestación en el escenario latinoamericano ^{18/} Al igual que lo que tuvimos oportunidad de ver en páginas previas con relación a la demanda de esfuerzos de ingeniería relacionados con la 'digestión' del proceso de expansión fabril al pasar de la segunda a la tercera 'fase' de la secuencia evolutiva descrita en este trabajo, un fenómeno semejante toma cuerpo a partir de la tendencia a automatizar subprocesos específicos por la vía de incorporación de equipos de comando numérico. Hemos observado en varios de los estudios realizados que los 'centros de mecanizado', los equipos de control numérico, etc. incorporados en respuesta a su abaratamiento relativo reclaman su propia 'etapa de digestión'. Esta, por supuesto, debe pensarse como altamente asociada a esfuerzos de ingeniería hechos 'a medida' y en función de la especificidad de la planta fabril que incorpora dichos equipos automáticos. El trabajo sobre Perkins Argentina ilustra sustantivamente en torno al tema de la 'digestión' del control numérico y los centros de mecanizado, aunque obviamente no es el único caso dentro de la presente investigación. ^{19/}

^{18/} S. Jacobsson, Technical Change and Technology Policy. The Case of Numerically Controlled Lathes in Argentina, Monografía de Trabajo N°44, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, marzo 1982.

^{19/} J. Berlinski, Productividad, Escala y Aprendizaje en una Planta Argentina de Motores, Monografía de Trabajo N° 40, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, agosto 1981.

2. Al margen de las políticas relativas al manejo de la demanda agregada existen otros muchos instrumentos de política pública que de una manera u otra actúan sobre la conducta tecnológica empresarial, afectando tanto el monto como la naturaleza de los esfuerzos de ingeniería encarados por una firma particular. Entre ellos, cabe mencionar a todos aquellos instrumentos de tipo sectorial que afectan: i. El ritmo de inversión, ii. El 'clima competitivo', iii. El marco regulatorio, iv. La mayor o menor facilidad para la captación de externalidades emergentes de esfuerzos públicos de I+D -realizados por universidades, laboratorios públicos ^{20/} etc.- prevalentes en un determinado mercado.

Al igual que en el caso de los instrumentos de política macroeconómica previamente mencionados, éstos, de naturaleza más sectorial, pero también emergentes de la autoridad pública, sin duda influyen sobre el proceso de búsqueda tecnológica que toma cuerpo al interior de una determinada firma industrial.

Cerramos aquí la presente Sección destinada a recorrer, aunque sólo sea de manera preliminar, el material recogido durante el curso de los distintos estudios de campo encarados por el Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD sobre cambio tecnológico en la industria metalmeccánica de varios países latinoamericanos.

En las dos próximas Secciones -últimas del trabajo- habremos de emplear el material hasta aquí examinado como basamento de un conjunto de reflexiones tanto en el terreno teórico de la industrialización y las ventajas comparativas dinámicas como en el de la política económica y tecnológica en el campo de la producción metalmeccánica.

^{20/} En relación al estudio de Gherardi, J. Berlinski, *op. cit.*, 1982, merece especial mención el trabajo complementario del mismo autor, "Algunas notas sobre los usuarios de maquinaria agrícola, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTI) y la Comisión para el Desarrollo de la Maquinaria Agrícola (CODEMA)", mimeo, Buenos Aires, enero 1982.

IV. PROTECCION, CONDUCTA TECNOLOGICA Y 'ETAPAS' MADURATIVAS EN EL AREA DE LA PRODUCCION METALMECANICA LATINOAMERICANA

El material hasta aquí presentado describe una empresa 'tipo' y un escenario competitivo poco asimilables a las imágenes convencionales de libro de texto que de los mismos se tiene. En la tradición neoclásica: ... "La firma es el principal actor productivo. Este transforma inputs en outputs de acuerdo a una cierta función de producción. La función de producción, que define el máximo producto alcanzable con una cierta cantidad de insumos, está determinada por el estado del conocimiento técnico. Este último es público, o algo por el estilo debe suponerse en modelos que describen la función de producción de una industria o de la economía en su conjunto. Las empresas eligen un punto en sus funciones de producción tal que la tasa de ganancia sea máxima, dadas la demanda por el producto y las condiciones de oferta de factores. Por lo general dichos mercados se suponen perfectamente competitivos, de forma tal que la empresa trata los precios como parámetros ... A través del tiempo el producto crece a medida que crecen los insumos y las firmas se mueven a lo largo de sucesivas funciones de producción cuando la tecnología progresa ... Obviamente hay supuestos fuertes detrás de todo esto. La imagen de la firma y del mercado es sumamente estilizada y deja poco lugar para la incapacidad empresarial ... para el enfrentamiento oligopólico. El progreso tecnológico, aun cuando resulta admitido como un factor primordial del crecimiento, es tratado de manera muy simple ignorándose por completo la proposición Schumpeteriana de que el progreso tecnológico y el equilibrio competitivo no pueden coexistir". ^{1/}

A diferencia de un mundo microeconómico tan estilizado, la evidencia empírica presentada sugiere que el sector metalmeccánico que venimos estudiando se caracteriza por: i. Desequilibrios y períodos de 'digestión' de tales desequilibrios, más o menos largos y complejos en función del contexto macroeconómico general, ii. De firmas que se adelantan innovativamente y mejoran su posición relativa dentro del mercado, mientras otras fracasan y pierden terreno, o lisa y llanamente desaparecen, iii. De empresarios mejor informados o financiados que otros, iv. De estrategias tecnológicas diferentes, aun al interior de un mismo mercado -firmas que sistemáticamente innovan frente a otras que sistemáticamente imitan- v. De elencos técnicos y de ingeniería de diferente calidad, y por sobre todo, vi. De cambios profundos a través del tiempo en la posición relativa de las firmas actuantes y en el 'clima competitivo' reinante en el mercado.

Mientras que en el mundo neoclásico, y tal como nos lo dice R. Nelson en el trabajo previamente citado: "... hay pocas preguntas interesantes que pueden ser exploradas o resueltas estudiando la conducta de firmas individuales", en un mundo como el que describe el material presentado en páginas previas, los temas que deben ser examinados estudiando la conducta diferencial entre firmas son muchos y complejos. Intentaremos primeramente construir una 'tipología de empresas' metalmeccánicas que nos ayude en la tarea de describir conductas diferenciales al interior de estos mercados.

Los 'tipos ideales' de firma que emergen de nuestras exploraciones son varios

^{1/} R. Nelson, Research on Productivity Growth and Productivity Differences, Dead Ends and new Departures, Journal of Economic Literature, setiembre 1981, p. 1031.

y pueden ser descriptos en base a los siguientes rasgos:

a. La empresa familiar, basada en el ingenio mecánico de un individuo (o grupo de individuos)

Este tipo de organización productiva está caracterizado por lo estrecho de su círculo de referencia y por la prevalencia de una cantidad de criterios extraeconómicos en su funcionamiento cotidiano, al menos durante las primeras dos o tres décadas de vida. Una alta propensión al autoabastecimiento y al autofinanciamiento, la preponderancia de la habilidad mecánica y de diseño por sobre la capacidad de organización de la actividad productiva, la utilización de criterios extraeconómicos en la contratación de personal técnico y en el equipamiento (lealtad a la nacionalidad de origen del dueño o al 'kinship' en el caso de los empresarios inmigrantes 2/) dirección unipersonal con criterios paternalistas, etc. son todos rasgos típicos de este tipo de firmas.

Quizás una visión algo más refinada de este 'tipo ideal' debería llevarnos a reconocer la existencia de 'momentos' o 'etapas' al interior de este grupo. En tal sentido probablemente deberíamos diferenciar empresas de origen familiar que ya han sufrido un proceso de 'apertura' y cambio generacional en sus cuadros directivos, de aquellas otras aún rígidamente sujetas al esquema familiar y jerárquico original. Mientras que las primeras seguramente se caracterizan por una mayor 'profesionalización' -derivada de la incorporación de "la generación de los ingenieros, abogados y licenciados en administración de empresas" 3/ a sus cuadros directivos- las últimas probablemente mantienen aún algo del 'animal spirits' Schumpeteriano que caracterizó a la generación de los mayores. En uno y otro caso debemos esperar distintas respuestas frente a la toma de riesgo, frente a la evaluación relativa de lo técnico y mecánico vis a vis lo comercial y financiero, frente a la especialización en el mercado doméstico vis a vis el mercado externo, etc.

El material recogido pone en evidencia otro tema de interés también relacionado con el grupo de 'empresas familiares'. Esta vez se trata de un corte no ya de 'edad' o generación de los cuadros directivos sino de diferencias de comportamiento de firmas de este tipo relacionadas con el país en que operan. En tal sentido es importante destacar que -seguramente en respuesta al mayor tamaño absoluto de su mercado doméstico y al más estable y favorable marco de política económica global en que han debido operar- las firmas de tipo familiar radicadas en Brasil revelan una mayor propensión que sus semejantes de Argentina o México a: i. Moverse hacia escalas internacionales de planta, ii. Gastar en actividades de I y D, y iii. Buscar el acceso a mercados internacionales.

Volveremos sobre estos temas algo más adelante al referirnos a posibles acciones en el campo de la política pública.

2/ Un caso similar ha sido descrito en la literatura de años recientes con relación a los lazos extraeconómicos que subyacen bajo el movimiento de capitales, tecnología, etc. entre Hong Kong, Taiwan y China continental.

3/ H. Nogueira da Cruz, op. cit., 1981.

b. La empresa subsidiaria de una firma extranjera.

A diferencia de las anteriores, y aun cuando los esfuerzos de mimetización con el medio local resultan obvios ^{4/} este tipo de empresa conforma una organización productiva significativamente distinta de la anterior. Están, por de pronto, las diferencias iniciales en lo tecnológico, en lo financiero, en lo organizacional, etc. derivadas de su conformación como un apéndice de la firma matriz. Estas, que pueden constituir un importante activo en caso de ser bien empleadas, pueden también transformarse en trabas y restricciones de peso en caso de no comprenderse que las normas y estándares de funcionamiento propios de países desarrollados deben necesariamente pasar por un período de 'aclimatación' y ajuste que será tanto más extenso y complejo cuanto más idiosincrático el medio receptor.

Aparentemente las dificultades de 'aclimatación' son mayores cuando se trata de plantas industriales diseñadas para producir en 'línea' y en proceso continuo. Una especificación excesivamente amplia del 'mix' de producción, o el intento de mantener un alto grado de flexibilidad en la 'línea' -intento, seguramente originado en el reducido tamaño del mercado interno y en la necesidad de diversificación que ello induce- han dado pie a un mal uso inicial de esta forma particular de organización del proceso productivo.

Amén de las diferencias iniciales con respecto a la tipología previamente examinada, cuenta también el hecho de que a través de los años las firmas subsidiarias de empresas multinacionales continúan teniendo acceso al 'pool' de recursos de la casa matriz, pero, por lo general, gozan de menor libertad de decisión y elasticidad de movimientos que las firmas locales. En distintos submercados particulares esta situación ha permitido un gradual afianzamiento y consolidación de empresarios nacionales -de origen familiar u otros- particularmente cuando la agilidad innovativa constituye un rasgo central del funcionamiento del mercado. ^{5/}

^{4/} Dichos esfuerzos de mimetización han sido identificados ya previamente por otros investigadores, no sólo en el medio latinoamericano sino también en contextos más distantes, como por ejemplo el sudeste asiático. Véase B.I. Cohen, Multinational Firms and Asian Exports, Yale University Press, 1975. En su estudio sobre el caso brasileño dice Helio Nogueira da Cruz: "El hecho es que las condiciones de producción y de mercado forzaron a estas firmas (las extranjeras) a adaptarse a los padrones locales". Véase, Observações sobre a Mudança Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas do Brasil, Monografía de Trabajo N° 47, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, mayo 1982, p. 35.

^{5/} Un ejemplo interesante de mayor agilidad innovativa en el grupo de firmas familiares que en el sector de las subsidiarias de Corporaciones Multinacionales, puede verse en el caso de la industria farmacéutica argentina. Véase, J. Katz, Oligopolio, Firmas Nacionales y Empresas Multinacionales. La Industria Farmacéutica Argentina, Siglo XXI, Buenos Aires, 1974 y J. Katz, Estudios de Desarrollo e Industria Químico-Farmacéutica, Desarrollo Económico, V. 21, N° 83, Buenos Aires, octubre-diciembre, 1981. También véase Helio Nogueira da Cruz, op. cit., 1982, p. 23 y 24.

c. La empresa pública

Aunque no son muchos los casos de producción metalmeccánica a cargo de empresas públicas que hemos tenido ocasión de examinar en el curso del presente Programa de Investigaciones resulta obvio que éstas configuran un 'tipo' empresarial distinto a los anteriores. Tal como lo sugiere, por ejemplo, el estudio de Forjas de Colombia ^{6/} no es aventurado suponer que en aquellos casos en que el estado actúa como productor, la naturaleza pública de la propiedad bien puede estar asociada a la selección original de tecnología, a la oportunidad y naturaleza de las nuevas inversiones, a la magnitud y duración de las situaciones de desequilibrio, a la forma de encarar los procesos de 'digestión' del mismo, etc.

Al igual que en los otros dos grupos previamente mencionados -firmas familiares y subsidiarias locales de empresas multinacionales- la empresa pública configura una tipología empresarial con objetivos y restricciones propios y escasamente asimilables a los de los restantes 'tipos' ideales.

Ahora bien, examinando el campo de la producción metalmeccánica latinoamericana observamos que ciertas ramas de industria -verbigracia la producción de maquinaria agrícola o de máquinas herramienta- se hallan típicamente formadas por empresas de tipo familiar, con muchas de las características previamente atribuidas a dicho 'tipo' ideal. Otras -por ejemplo, la industria automotriz o la producción de tractores- albergan casi exclusivamente subsidiarias de empresas extranjeras y, finalmente, unas terceras -la fabricación de autopartes, por ejemplo- reúnen a empresas de uno y otro tipo. Dada semejante heterogeneidad en lo que a 'firmas' se refiere nos resulta difícil aceptar que un único modelo de 'la' firma -verbigracia, el paradigma neoclásico convencional- podría resultar igualmente útil como instrumento de investigación en todos los casos. Asimismo, pensamos que más que eliminar a priori las diferencias interempresarias en base a supuestos más o menos restrictivos -por ejemplo, idéntico acceso a la información, la presencia de un mercado perfecto de capitales, etc.- en ciertos casos resulta más conveniente construir modelos alternativos de comportamiento que incorporen explícitamente dichas diferencias, ya que probablemente el funcionamiento real del mercado estará íntimamente asociado a tales diferencias.

Hasta aquí lo referente al tema de 'la' firma metalmeccánica tipo. Dudas igualmente fuertes aparecen cuando debemos introducir supuestos relativos a la función-objetivo de la firma -maximización de ganancias, mark-up sobre costos, 'share' del mercado, etc.- y al cariz de la competencia prevalente en el mercado. Mientras que en relación a este último tema hemos tenido ocasión de examinar en páginas previas el carácter cambiante del 'clima competitivo' prevalente en muchos de los mercados metalmeccánicos estudiados, en lo que se refiere a la función-objetivo de las empresas examinadas resulta difícil suponer que, en mercados sumamente imperfectos, protegidos de la competencia externa, y operando con plantas multiproducto y multiproceso con grados variables y, por lo general, elevados, de subutilización del equipo disponible, las empresas recurran a mucho más que parámetros indicativos de tipo general -'rules of thumb'- en su toma de decisiones. En gran parte de los casos el sistema informativo que hemos encontrado en planta simplemente no permitiría a

^{6/} D. Sandoval et. al., op. cit., 1982.

la empresa calcular más que algunos indicadores sencillos de costos y productividad horaria con los cuales moverse cotidianamente.

En resumen, el paradigma neoclásico nos parece excesivamente simplista como para permitirnos progresar en nuestra comprensión de la conducta empresarial en el escenario metalmeccánico latinoamericano. Varios 'tipos' distintos de firmas al interior del sector, con objetivos, organización y restricciones diferentes, con distinto acceso a la información técnica y a los mercados de factores, etc. así como un 'clima competitivo' cambiante a través del tiempo y un escenario macroeconómico cargado de imperfecciones, elevada protección, etc. nos parecen rasgos esenciales que cualquier esfuerzo exploratorio que intente arrojar luz sobre la evolución de largo plazo de este sector productivo debería necesariamente incorporar.

A partir de este replanteo del marco conceptual en que creemos conveniente aproximarnos al estudio del sector metalmeccánico latinoamericano volvamos ahora al tema del cambio tecnológico, sus orígenes, naturaleza y consecuencias y tratemos de examinar el papel de largo plazo que dicho sector cumple en el marco de la industrialización latinoamericana. En otros términos, dados los distintos tipos de empresas que alberga el sector, el cariz que asume la competencia y lo que ahora sabemos acerca de la 'etapas' o 'fases' evolutivas del establecimiento metalmeccánico 'tipo', creemos conveniente volver al viejo -pero aún irresuelto- tema de la protección, las ventajas comparativas dinámicas y el patrón de industrialización. En nuestra opinión la evidencia empírica recogida nos permite decir algo novedoso en lo que hace al tiempo que debe abarcar la protección, así como también en lo que se refiere a los criterios con que debemos juzgar el proceso 'madurativo' de una firma o rama 'incipiente'.

Aun cuando la literatura recibida no prueba que el patrón de industrialización esté en algún sentido 'explicado' por el patrón de protección, queda poca duda acerca del hecho de que la protección en sí misma ha inducido el proceso de desarrollo industrial. J. Bhagwati y T.N. Srinivasan expresan con claridad dicha idea en su conocido artículo sobre "Trade Policy and Development", cuando dicen: "... Pese a que en los hechos es verdad que proteger al sector manufacturero in toto constituye un apoyo al desarrollo industrial de los LDCs debemos notar que de ello no se sigue que el patrón de producción industrial se explique por el patrón de protección, según éste aparece medido en los LDCs" (dichos autores se refieren a los estudios de casos sobre protección efectiva efectuados por el Proyecto NBER en 1975 y 1976, que incluyen Turquía, Israel, Filipinas, Gana, Corea del Sur, India, Egipto, Colombia y Chile). ^{7/}

Ahora bien, una vez aceptada la proposición de que la protección eventualmente hace florecer una industria allí donde antes no la había, aparecen varias nuevas preguntas. Entre ellas: ¿En qué condiciones resulta justificado proteger para inducir el desarrollo de un sector industrial? ¿Cuánto y por cuánto tiempo debemos proteger? ¿Para conseguir qué? Todas estas preguntas nos retrotraen a la

^{7/} Véase, de dichos autores, Trade Policy and Development, ... *op. cit.*, 1978, p. 1-38.

esencia del argumento de la 'industria incipiente' tal como el mismo aparece en J. S. Mill, y a partir de allí en toda la escuela clásica. 8/ Encararemos el análisis a partir de dos tipos de materiales. Por un lado, aquéllos asociados al argumento teórico sobre protección, retornos a escala, etc. a que hace mención nuestra cita anterior. Por otro lado, la evidencia empírica recogida a lo largo del presente Programa de Investigaciones, la que será usada como escenario de referencia de la discusión que sigue.

¿En qué condiciones se justifica proteger para provocar el desarrollo de una rama industrial? La respuesta dada por Mill es: Para 'naturalizar' una industria extranjera. "Pero, esta industria debe adaptarse perfectamente a las circunstancias del país. Este último debe, preferiblemente, ser un país joven y en expansión, y la protección debe ser temporaria. El principio es válido cuando la única diferencia entre el país en el cual la industria ya existe y el país que desea adquirirla se focaliza en la experiencia y en el nivel de capacitación de sus individuos, de forma tal que la superioridad de uno y otro país es sólo cuestión de adquisición de tal experiencia o nivel de capacitación, proceso este último para el que se supone que no median más obstáculos que el costo del aprendizaje mismo".9/

¿Qué significa que una industria "se adapte perfectamente" a las circunstancias de un país? El trabajo previamente citado de R. Soifer nos ilumina sobre este punto, recreando la argumentación de Mill: El país que acepta la nueva rama productiva debería, eventualmente, llegar a ser más adecuado para dicha actividad que la sociedad que originalmente la ha ejercido. 10/

Las páginas anteriores de este trabajo nos han ilustrado abundantemente acerca de los principales rasgos -tecnológicos, organizativos, etc.- de la industria acerca de cuya 'naturalización' en el seno de América Latina estamos aquí hablando, esto es, la industria metalmeccánica. Sabemos, por ejemplo, que se trata de una rama productiva en la que es dable identificar plantas de producción continua, organizadas en 'línea' y altamente automatizadas, así como también 'talleres' de producción discontinua, produciendo 'lotes pequeños' o hasta 'órdenes individuales', 'hechas a medida' del cliente. Sabemos también que media entre una y otra forma de organización del proceso productivo una enorme diferencia en materia de economías de escala, incidencia relativa de 'tiempos muertos', etc. Por otro lado, hemos aprendido que la industria en cuestión se halla compuesta de una extensa nómina de empresas de tipo familiar, sujetas a criterios idiosincráticos de racionalidad así como también por subsidiarias domésticas de empresas multinacionales que operan sobre la base del 'paquete' tecnológico e informativo de la respectiva casa matriz con un grado mayor o menor de flexibilidad y adaptación al escenario del país receptor. No vale la pena insistir aquí en otros rasgos estructurales de la industria metalmeccánica

8/ En el curso de las páginas que siguen habremos de citar un trabajo no publicado de Ricardo Soifer que examina con gran rigor el debate sobre protección e industria incipiente. Se trata de "Some Aspects of Trade, Development and Protection", mimeo, Londres, setiembre 1978. El argumento de J. S. Mill aparece en el Essay I de Essays on some unsettled questions of Political Economy, Londres, 1844, (Reprint).

9/ Mill, op. cit., tomado de R. Soifer, op. cit., 1978.

10/ Mill, op. cit., tomado de R. Soifer, op. cit., 1978.

acerca de los cuales hemos brindado suficiente información en páginas previas.

Es esta industria -y no un hipotético sector productivo emergente del paradigma neoclásico- lo que se está tratando de 'naturalizar' en el contexto latinoamericano y entonces corresponde preguntarnos en qué condiciones las distintas tipologías organizativas y empresarias que caracterizan a este sector productivo pueden "adaptarse perfectamente" a las circunstancias de las sociedades receptoras, de modo tal que, una vez cubierto el costo de la capacitación y el aprendizaje tecnológico -esto es, una vez desarrollada la 'capacidad tecnológica doméstica'- las firmas industriales resultantes pudieran continuar operando competitivamente sin requerir apoyo adicional.

El material recogido en el curso del presente Programa de Investigaciones nos ha permitido formular el concepto de 'etapas' o 'fases' madurativas de una planta metalmeccánica 'tipo'. Pensamos que en base a dicho concepto debería ser posible otorgar un significado concreto -y por lo tanto útil a los efectos del diseño de instrumentos de política pública- a la noción de adquisición de 'capacidad tecnológica doméstica' -tal como lo pide la teoría recibida- por parte de una determinada empresa industrial (o rama productiva). Hemos argumentado que una 'secuencia madurativa' completa es aquella que permite el desarrollo y afianzamiento de las distintas ingenierías de planta -esto es, la ingeniería de diseño de productos, la ingeniería de planta en sí (o de procesos), y la ingeniería de organización y planeación de la producción. Distintos estudios muestran que dicho proceso madurativo reclama la incorporación a la firma de un número importante de profesionales y técnicos de distinta especialidad y nivel de capacitación, que van desde el ingeniero de diseño hasta el especialista en organización y métodos. Los mismos estudios muestran que muchas veces han sido necesarias dos o más décadas para que una empresa dada pudiera recorrer el ciclo completo.

Ahora bien, no todos los países estudiados en el marco del presente Programa ni todas las formas organizativas que adquiere la industria metalmeccánica parecen haber sido igualmente exitosas en recorrer el ciclo madurativo. Están, por un lado, aquellas ramas metalmeccánicas donde la producción es continua y está organizada en 'línea' tanto en países del mundo desarrollado como en el escenario latinoamericano. En este subgrupo de ramas metalmeccánicas las firmas aquí examinadas revelan una performance sumamente distinta cuando las miramos en un sentido cross-nacionalidades, mucho más exitosas las brasileras, por ejemplo que las instaladas en Argentina o Colombia. Por otro lado, encontramos las plantas metalmeccánicas organizadas, tanto en América Latina como en el mundo desarrollado, bajo la forma de 'taller' y dedicadas a la producción de órdenes individuales. Esta situación configura un caso distinto al anterior y por lo tanto el análisis de si se justifica o no proteger a fin de permitir la gestación de la 'secuencia madurativa' interna debe realizarse echando mano a otras variables y argumentos. Finalmente, están también aquellos sectores de producción metalmeccánica donde las plantas del mundo desarrollado operan en 'línea' de producción continua en tanto los establecimientos latinoamericanos lo hacen en 'talleres' de organización discontinua, produciendo en 'pequeños lotes'. También estas situaciones reclaman un examen independiente de la razonabilidad o no de proteger el desarrollo doméstico de la industria, en tanto y en cuanto la probabilidad de 'nacionalizar' la misma al cabo de un cierto número de años depende de variables que difieren significativamente de las que aparecen en los casos anteriores.

Veamos primeramente el caso de las ramas metalmecánicas de producción continua. Se destaca aquí la situación brasilera. De los varios casos de producción en 'línea' estudiados en el marco del Programa, dos firmas de dicha nacionalidad son las que más se acercan a resultados favorables a la tesis de la protección. Se trata de la producción de tornos paralelos convencionales en Romi y de pistones en Metal Leve. En estos casos las empresas examinadas: i. Se han movido hacia escalas internacionales de planta, incorporando los principios de la producción en 'línea', en ramas donde tal género de organización del proceso productivo es la que prevalece en el mundo desarrollado. ii. Han expandido dramáticamente sus esfuerzos de Investigación y Desarrollo acercándose en buena medida a la frontera técnica internacional. iii. Han aumentado significativamente sus exportaciones a mercados internacionales, compitiendo activamente en países del mundo desarrollado.

Tres aspectos parecen haber coadyuvado a que las firmas mencionadas alcanzaran mayor éxito relativo que firmas equivalentes del contexto argentino, digamos, Turri S.A. y Perkins Argentina, a título de ejemplo. Por un lado, el gran tamaño y dinamismo del mercado interno brasilero. La dimensión y sostenida tasa de expansión del mismo a lo largo de varias décadas (al margen de momentos de contracción temporaria) ha permitido a las firmas contar con un amplio mercado interno protegido sobre el cual basar la expansión. Por otro lado, y quizás como consecuencia de lo anterior, en ambos casos encontramos una definida propensión a la instalación de plantas manufactureras de escala internacional -propensión ausente en otros países de la región- lo que ha permitido la adecuada captación de economías de escala. Finalmente, resalta el hecho de que en ambos casos se trata de ramas industriales en las que la frontera técnica mundial no ha experimentado 'saltos' muy espectaculares en las últimas décadas, permitiendo así un gradual cerramiento de la brecha relativa existente entre dichas firmas y sus semejantes del mundo desarrollado.

En otros términos, allí donde el tamaño del mercado doméstico ha permitido el establecimiento de plantas de escala internacional -que no experimentan desventajas de tamaño con establecimientos del mundo desarrollado- para fabricar bienes metalmecánicos en los que la frontera técnica mundial no ha experimentado grandes 'saltos' en el tiempo, una política pública de protección, sistemáticamente mantenida a lo largo de varias décadas, bien puede resultar justificada en tanto y en cuanto permite la gestación tanto de un fuerte proceso de capitalización empresarial como el afianzamiento de un adecuado nivel de 'capacidad tecnológica doméstica'.

Es importante observar que, tal como lo reclama el argumento clásico de la 'industria incipiente' ^{11/} nuestro planteo del párrafo anterior supone como dado y constante el 'estado del arte' a escala internacional. Si admitimos que el mismo en realidad va cambiando constantemente -el torno de control numérico tiende parcialmente a sustituir al torno paralelo convencional y lo mismo ocurre con los pistones elaborados en base a aleaciones metálicas novedosas- la situación se complica y reclama un análisis dinámico que incorpore dichos cambios en el 'estado del arte'. Por un lado, si el producto 'nuevo' no es un sustituto perfecto del 'viejo' -es decir, si subsiste mercado suficiente para el producto 'maduro'- la producción

^{11/} Véase, por ejemplo, M.C. Kemps, "The Mill-Bastable infant industry dogma", *Journal of Political Economy*, febrero, 1960. (Citado por R. Soifer, *op. cit.*, 1978)

en 'línea' del mismo no tiene por que tropezar con dificultades aun cuando la misma firma no encare la producción del producto 'nuevo', sino que se especialice en el producto 'maduro' exclusivamente. En términos del caso brasilero, en tanto subsista la presencia de demanda (nacional o internacional) por tornos y pistones de tipo convencional, nuestro juicio previo acerca de la justificación de la protección en ambas situaciones no parece enfrentar dificultades.

Una nueva pregunta dinámica aparece cuando nos planteamos que, tarde o temprano, el producto 'maduro' debería desaparecer siendo íntegramente reemplazado por el producto 'nuevo'. En tal caso puede ocurrir que el desarrollo de la 'capacidad tecnológica doméstica' originada en la producción del bien 'maduro' haya dado origen a un conjunto de especialidades y capacitaciones tecnológicas que no necesariamente son las más adecuadas para seguir de cerca (o incluso liderar) el proceso de cambio de la frontera técnica mundial. Esto último bien puede requerir un conjunto diferente de capacitaciones tecnológicas que la producción del bien 'maduro' puede no brindar (o requerir), o puede hacerlo de manera muy parcial e insuficiente para encarar la transición del producto 'maduro' al 'nuevo'.

Algo de esto es lo que creemos que está ocurriendo en el caso de Romi, Brasil, y en su tránsito desde los tornos paralelos convencionales -área en donde la firma revela haber recorrido con éxito las distintas 'etapas' o 'fases' de la secuencia madurativa- a los tornos a control numérico donde, aparentemente, la firma ha tropezado recientemente con dificultades tecnológicas que la llevaron a plantearse seriamente la necesidad de operar en base a una licencia italiana. El Estado ha vuelto a intervenir en este caso replanteando la necesidad de otorgar protección a una nueva 'secuencia madurativa', esta vez en el campo del control numérico. Como podemos ver el caso es algo más complejo que el que plantea el argumento clásico. ¿Debe la sociedad hacerse cargo de proteger una sucesión de 'secuencias madurativas' a efectos de impedir que vuelva a ampliarse la 'brecha tecnológica' que se ha logrado cerrar en el marco de un producto dado, o deberían ser las rentas del 'primer ciclo madurativo' las que financien la dinámica del proceso? A ésta y otras preguntas asociadas, volveremos en la última sección del trabajo al referirnos a temas de política pública.

Con relación a los otros casos aquí estudiados de producción metalmecánica organizada en 'línea' -es decir, los casos no brasileros dentro de la presente muestra- prácticamente ninguno de ellos puede ser visto como ejemplo favorable a la tesis de la 'industria incipiente'. Es claro que en todos y cada uno de ellos hemos visto aparecer y desarrollarse diferentes formas de 'capacidad tecnológica doméstica' -recuérdese, por ejemplo, los casos de Perkins Argentina o Sofasa, Colombia- al tiempo que también hemos visto crecer la capacidad exportadora -aun que se trate de exportaciones a 'mercados cautivos' dentro del marco de integración multinacional de sus respectivas casas matrices- Sin embargo, ya sea por tratarse de subsidiarias locales de grupos multinacionales, cuyo diseño y radicación original tuvo por propósito la satisfacción del mercado doméstico, ya sea por involucrar tamaños de planta y organizaciones fabriles relativamente alejados de los internacionales, o por tener menor flexibilidad operativa que las firmas de capital nacional previamente examinadas (Romi y Metal Leve), lo cierto es que estos establecimientos de producción en 'línea' están lejos de constituir ejemplos de 'naturalización' exitosa en el medio latinoamericano.

La situación cambia significativamente cuando salimos de la producción continua,

organizada en 'línea', y pasamos a examinar 'talleres' que producen en 'pequeños lotes' o 'a pedido', en órdenes individuales.

Tomemos primeramente el caso de la producción 'a pedido', o por 'órdenes individuales', la que se desarrolla en plantas con organización tipo 'taller' discontinuo, tanto en países desarrollados como en países de menor desarrollo relativo. Vimos con anterioridad que este género de industrias metal mecánicas involucra una mucho mayor heterogeneidad de productos, un papel mucho menos importante de las economías de escala alcanzables al interior de la planta fabril, un cierto grado de 'protección natural' -emergente de la heterogeneidad del producto y de lo idiosincrático del demandante- etc. Es en este nuevo escenario en que debemos encarar el examen de si se justifica o no proteger en función de la probabilidad de 'naturalizar' esta forma específica de producción metal mecánica en escenarios de América Latina.

Mientras que el tamaño de mercado y su relación con la viabilidad de instalar plantas industriales de escala internacional constituía el núcleo central de debate en el caso anterior -producción en línea- aquí adquiere un papel crucial tanto el desarrollo de la ingeniería de diseño como la complejidad del equipamiento disponible. Estamos hablando, por ejemplo, de plantas metal mecánicas encargadas de producir equipamientos complejos para usinas y centrales nucleares o hidroeléctricas, grandes turbinas y generadores, calderería pesada, etc.; establecimientos estos en los que la capacidad de diseño y la posibilidad de movilizar y mecanizar piezas de gran complejidad y tamaño imponen una cantidad de requisitos mínimos al equipamiento necesario y al plantel de especialistas de diseño requeridos.

Existe aquí tanto un problema de escala mínima de operaciones en base a la que solventar el costo del plantel de diseño de forma tal que la incidencia unitaria del mismo resulte baja, como también uno de calidad y complejidad del equipamiento -equipos de control numérico, 'centros de mecanizado', etc.- necesario para encarar cierto tipo de tareas caracterizadas tanto por la complejidad como por el elevado nivel de tolerancia exigido.

En otros términos, en plantas metal mecánicas de este tipo la posibilidad de 'naturalizar' la industria en el contexto latinoamericano depende crucialmente de la viabilidad de crear y desarrollar una buena oficina de ingeniería de diseño y proyectos y, simultáneamente, de operar con una planta fabril de alto nivel de complejidad técnica. Por ambas razones se trata de plantas intensivas en el uso de mano de obra calificada, siendo la disponibilidad de aquélla la restricción central para la implantación de este género de establecimientos metal mecánicos. ^{12/} Países como

^{12/} Ha de observarse que una tendencia contemporánea en plantas metal mecánicas del mundo desarrollado que se ocupan de este género de productos es la de la implantación del CAD (computer aided design systems) que modifica sustantivamente la tarea de la oficina de diseño, sustituyendo tecnología microelectrónica por personal calificado de diseño. El tema abre una serie de preguntas de interés relacionadas, por un lado, con la conveniencia de sustituir capital por trabajo en medios en los que rigen diferentes precios relativos de factores. Por otro lado, la incorporación del CAD abre preguntas referidas al tiempo requerido por la tarea de diseño y la incidencia que éste tiene sobre la capacidad competitiva de una firma dada. Finalmente, conviene tener presente que el CAD está ya comenzando su propio

Argentina, Brasil, México y Colombia, deben verse como, los que dentro del contexto latinoamericano, poseen mayor facilidad relativa para 'naturalizar' adecuadamente una industria metalmeccánica de este tipo.

Aún otra observación adicional parece justificarse en este campo. El principal demandante de productos metalmeccánicos emergentes de este tipo de plantas industriales es sin duda el sector público a través de las obras de infraestructura básica. Es éste quien puede proporcionar una base estable de demanda en función de la que mantener en funcionamiento un departamento de ingeniería de proyectos de magnitud y nivel de especialización suficientes. He aquí un tema de política pública al cual creemos conveniente volver en las páginas finales de este trabajo.

Un tercer 'tipo' de industria metalmeccánica cuya conveniencia de mantener en el contexto latinoamericano merece ser examinada, es aquél en el que la producción de la región se organiza en 'pequeños lotes' y bajo la forma de 'taller' en tanto y en cuanto la producción de países desarrollados tiende -cada vez más- a organizarse en 'línea'. Al igual que en los casos anteriores, interesa evaluar aquí hasta qué punto es aceptable proteger para provocar la 'naturalización' de la industria aun sabiendo a priori que la producción local estará afectada por múltiples desventajas en función de su diferente arreglo organizativo.

Dos hechos entran a jugar un papel importante en este tipo de situaciones, más allá de las diferencias convencionales de precios relativos de factores que pueden de por sí compensar, total o parcialmente, las desventajas mencionadas previamente. ^{13/} Nos referimos, por un lado, al ya mencionado grado de 'protección natural' que puede muchas veces estar presente en rubros metalmeccánicos dados como, por ejemplo, en una cosechadora y otros equipos agrícolas que requieren una tarea más o menos importante de 'adaptación tecnológica' al medio usuario específico. Por otro lado, en los últimos años se ha avanzado sustantivamente en lo que hace a la aplicación de técnicas y métodos de ingeniería de la organización que, como los estudios de 'familias de piezas' o la organización fabril por 'grupos tecnológicos', permiten ganar considerablemente en economías de escala en el marco de producciones reducidas y básicamente discontinuas. ^{14/}

En ciertas y determinadas ramas metalmeccánicas la suma de un cierto grado de 'protección natural' y una explotación adecuada en términos de ingeniería de organización y métodos -de las economías de escala implícitas en la tecnología discontinua- pueden dar por resultado una 'naturalización' exitosa de plantas de producción metalmeccánica, de producción en 'pequeños lotes'; véase, por ejemplo, algunas de las plantas de maquinaria agrícola examinadas en el curso del presente Programa.

^{12/}(continuación)
proceso de difusión en América Latina, tal como nos informa R. Kaplinsky en un estudio reciente; véase, de dicho autor, "The Technological Gap between DCs and LDCs. Computer Aided Design", Institute of Development Studies, University of Sussex, Brighton, Sussex, mimeo, 1981; y, "Trade in Technology. Who, What, Where and When?", Institute of Development Studies, University of Sussex, Brighton, Sussex, mimeo, 1982.

^{13/} H. Pack, *op. cit.*, 1979.

^{14/} E. A. Arn, Group Technology, *op. cit.*, 1975.

Por supuesto no es una necesidad lógica que lo anterior ocurra. Dado que estamos aquí hablando de una diferencia relativa respecto a la función de producción de una planta organizada en 'línea' -que es la operada en mercados del mundo desarrollado- allí donde el diferencial de economías de escala entre ambas organizaciones fabriles lo permita- es decir, en aquel tipo de industrias metal-mecánicas en que el mismo no sea abultado ^{15/} la viabilidad de 'naturalizar' la industria en el contexto latinoamericano no debe descartarse a priori. E inversamente, donde el diferencial sea efectivamente abultado, intentar forzar la 'naturalización' de la industria por vía de la protección puede conducir a una situación claramente subóptima desde el punto de vista social.

En resumen: habiendo mostrado, por un lado, que 'la' rama metalmecánica está formada al menos por tres segmentos distintos de industria -producción en 'línea', producción en 'lotes chicos' y producción de 'órdenes individuales' o 'a pedido'- y, por otro, que la factibilidad de 'naturalizar' una determinada rama de industria permitiendo su implantación y desarrollo por vía de la protección, depende de: i. la brecha relativa existente entre la organización del proceso productivo en países desarrollados y en países de menor desarrollo relativo y, ii. del 'aprendizaje tecnológico' en uno y otro contexto ^{16/}, hemos presentado evidencia empírica como para avalar la idea de que, salvo ejemplos específicos inherentes al caso brasileño, donde el mercado doméstico ha permitido la implantación de ramas metalmecánicas de producción en 'línea' con escalas operativas semejantes a las internacionales, la producción en 'línea' implantada en el resto de la región opera muy a la zaga de plantas equivalentes en el mundo desarrollado resultando por ello difícil pensar que ha habido una 'naturalización' exitosa de ese tipo de organización productiva. A diferencia de ello, el éxito relativo del esfuerzo de 'naturalización' parece ser mayor en las ramas metalmecánicas que producen 'órdenes individuales' o 'a pedido', y en aquellas otras que trabajan en 'series pequeñas', contrarrestando en base a un fuerte componente local de ingeniería de organización y métodos, las desventajas de escala inherentes a esta forma de organización del proceso productivo.

Quizás lo más importante es haber mostrado que ningún juicio general que pretenda evaluar la conveniencia o no de proteger el desarrollo de la industria metal-mecánica y su 'naturalización' en el escenario latinoamericano, puede ser un juicio de carácter agregado y estar basado en una especificación simplista de la función de

^{15/} Debe tomarse en cuenta que no estamos aquí solamente hablando de economías de escala en un sentido físico convencional. El trabajo de S. Jacobsson demuestra que en el caso de la producción de tornos con control numérico, operar con 'grandes series' permite obtener rebajas importantísimas al colocar la orden anual de unidades electrónicas de comando -las que representan prácticamente un tercio del valor de la máquina- al subcontratista respectivo (Olivetti, G.E. u otro). Producir en 'lotes chicos' implica, en función de ello, una desventaja relativa de tal magnitud que pone en tela de juicio la viabilidad misma de naturalizar este género de industria metalmecánica. Véase S. Jacobsson, *op. cit.*, 1982, párrafo p. 35: "Los descuentos ...".

^{16/} Hace ya varios años he tenido oportunidad de presentar un 'modelo' de este tipo en, J. Katz, *op. cit.*, 1974, cap. II.

producción, perdiendo así de vista lo complejo de cada situación particular.

El capítulo siguiente, último del presente trabajo, penetra brevemente en temas de política económica y tecnológica. El mismo intenta reflejar, con trazos relativamente gruesos, algunos de los temas más importantes emergentes en el curso de la presente exploración.



V. INDUSTRIA METALMECANICA Y POLITICA PUBLICA

A lo largo de páginas previas hemos examinado diversos rasgos de conducta técnico-económica de cerca de una treintena de establecimientos metalmecánicos activos en seis países latinoamericanos: Argentina, Brasil, Colombia, México, Perú y Venezuela. Los mismos cubren los diferentes 'tipos' de organización productiva hallables al interior del sector metalmecánico, esto es, la producción masiva y en 'línea' de items altamente estandarizados, como son los automóviles y sus partes y subconjuntos, la fabricación de productos individuales 'hechos a medida' y sobre pedido, como por ejemplo la calderería de una planta petroquímica o la turbina de una usina hidroeléctrica y, finalmente, la producción en pequeños lotes de items tales como maquinaria agrícola o máquinas herramienta.

Resumiendo brevemente algunos de los principales resultados obtenidos, diremos que la investigación ha puesto de manifiesto las enormes diferencias de conformación física y de conducta técnico-económica que media entre estos distintos 'tipos' de establecimientos metalmecánicos. A su vez, el material recogido también revela la gran disparidad evolutiva observable al interior de América Latina, en lo que a producción metalmecánica se refiere. En tanto que empresas de Argentina o Brasil muestran historias evolutivas de 30 ó 40 años, las plantas peruanas o venezolanas se caracterizan por una mucho mayor juventud. A grandes rasgos resulta cierto que la 'edad' del establecimiento fabril tiende a estar correlacionada con la magnitud y complejidad del 'paquete' tecnológico que la firma maneja.

Distintos estudios de los aquí realizados han permitido describir el proceso evolutivo de una planta metalmecánica 'tipo' como si el mismo estuviera constituido por sucesivas 'fases' o 'etapas', las que a su vez están relacionadas con la gradual maduración y desarrollo de la 'capacidad tecnológica' interna de la firma. Esta última involucra la creación y afianzamiento de las distintas actividades de ingeniería, o actividades técnicas, que hacen al funcionamiento de toda empresa. Tales actividades son, el diseño de productos, la ingeniería de procesos y, finalmente, la ingeniería de organización y métodos de producción. Hemos observado que, por lo general, el desarrollo de la 'capacidad tecnológica doméstica' sigue una secuencia sobre la que influyen tanto las restricciones y posibilidades del producto inicialmente fabricado y del equipamiento disponible para ello, así como también la naturaleza del 'clima competitivo' y de la macroeconomía en los que la firma actúa.

Un 'ciclo madurativo' completo -esto es, un proceso de aprendizaje tecnológico doméstico que dé lugar al afianzamiento de una adecuada capacidad local de ingeniería en cada uno de los tres planos técnicos previamente mencionados- bien puede durar varias décadas y necesariamente reclama la incorporación a la firma de una amplia gama de profesionales y técnicos de distintas especialidades y niveles de calificación.

Aun cuando en la gran parte de las empresas estudiadas hemos encontrado amplia evidencia indicativa de la aparición y desarrollo de distintas formas de capacidad tecnológica local, son pocas las firmas que revelan haber recorrido con éxito la totalidad de las 'fases' o 'etapas' que hacen a la maduración y afianzamiento de la capacidad tecnológica doméstica. Son menos aún aquellas que, habiéndolo hecho, pueden, al cabo del proceso madurativo, continuar operando sin necesidad de recurrir a alguna forma de protección o subsidio por parte de la autoridad económica. En esto último incide no solamente la forma particular que haya adoptado el apren-

dizaje tecnológico local sino también, y muy fundamentalmente, el ritmo y la naturaleza del cambio tecnológico observado en la frontera técnica universal.

En otros términos, sólo algunos de los casos examinados parecen constituir ejemplos favorables al argumento de la 'industria incipiente' -esto es, al argumento de la protección al desarrollo de la capacidad tecnológica doméstica- en tanto que otros muestran haber inducido avances tecnológicos parciales, o lisa y llanamente, haber dado origen al desarrollo de un 'paquete' de habilidades técnicas y de ingeniería no especialmente apto como para permitir que la firma continúe operando competitivamente sin necesidad de protección sostenida a lo largo del tiempo.

Hasta aquí un breve resumen de los resultados obtenidos. Sobre la base del material presentado intentaremos a continuación formular algunas reflexiones sobre distintos temas de política pública. El interés de las páginas que siguen no es el de plantear un programa específico de acción sino el de señalar una serie de tópicos que reclaman atención directa por parte de la autoridad responsable de la política tecnológica, educacional e industrial, esto último en un sentido amplio y general.

V.1. Tamaño del mercado, producción en 'línea' y exportaciones

La producción en 'línea' con escalas de planta alejadas de las internacionales, genera varios tipos de desventajas que la presente exploración ha puesto repetidamente de manifiesto. No sólo aparece el efecto estático del mayor costo unitario de producción, sino que también emerge un efecto dinámico asociado al sesgo que dicho género de planta induce en el desarrollo de la capacidad tecnológica doméstica.

Resulta razonable prevenir contra este género de plantas fabriles a aquellos países en desarrollo con mercado interno relativamente pequeño que contemporáneamente se embarcan en programas de industrialización (verbigracia, el Pacto Andino). La ineficiencia relativa de este tipo de establecimientos aumenta con el grado de diversificación del 'mix' de producción elaborado, razón por la que también conviene prevenir en contra de políticas económicas que favorezcan la apertura del mismo.

Por lo general, y dado el tamaño de los mercados domésticos en la región latinoamericana, la producción en 'línea' debería involucrar coeficientes elevados de exportación -50% o más del valor de facturación- razón por la que la radicación de plantas de este tipo necesariamente tiene que ir acompañada de un 'paquete' amplio de medidas de política industrial que favorezcan -o al menos no desestimen- la búsqueda de mercados internacionales.

El no contar con un mercado interno relativamente amplio como para justificar la radicación de plantas de producción en 'línea' por supuesto no constituye evidencia de que otras producciones metalmeccánicas -órdenes individuales o 'pequeños lotes'- sean igualmente desaconsejables. La disponibilidad de una buena ingeniería de diseño y la posibilidad de operar talleres fabriles relativamente sofisticados en términos de equipamiento, así como la presencia de un cierto grado de 'protección natural' producto de lo idiosincrático de la demanda local, abren

camino al establecimiento de industrias metalmeccánicas que operen eficientemente en 'nichos' particulares del mercado local e internacional en productos hechos a pedido o en 'pequeños lotes'. Esta parecería ser una opción digna de consideración en países de mercado interno reducido pero con ventajas relativas en la disponibilidad de recursos humanos calificados, tal como pueden ser varias de las economías latinoamericanas.

Es obvio que una estrategia de este tipo debe complementarse con programas específicos en lo que hace a temas tales como: i) compras del sector público -sin duda el más importante demandante de productos metalmeccánicos hechos 'a pedido' o en 'órdenes individuales', ii) formación de recursos humanos calificados, iii) difusión de tecnología -usos del control numérico, centros de mecanizado, etc.- e información técnica (aspectos de normalización y estandarización, criterios mínimos de control de calidad, etc.). El hecho de que la Comisión de Energía Atómica de Argentina esté contemporáneamente involucrada en el diseño, construcción y montaje de un reactor atómico para el Perú constituye evidencia preliminar, pero sugestiva en apoyo de la idea de que países de este tipo pueden operar con cierta ventaja en ramas metalmeccánicas por 'órdenes individuales'.

V.2. Duración del período de 'aprendizaje tecnológico', política de protección y el concepto de la 'brecha tecnológica relativa'

La evidencia empírica aportada sugiere que el desarrollo de la capacidad tecnológica doméstica -esto es, el afianzamiento de las distintas ingenierías de planta hasta el punto de hacer viable el sostenimiento de largo plazo de capacidad competitiva autónoma- bien puede reclamar una etapa prolongada de subsidios, ciertamente más extensa de lo que se ha sugerido en la literatura de años recientes. ^{1/}

Asimismo, conviene tener presente que, casi tan importante como la protección misma, es el hecho de crear una atmósfera de relativa estabilidad en el programa de política económica, evitando la erraticidad y los cambios bruscos de dirección que sin duda conspiran contra los proyectos de lenta maduración como son muchos de los asociados a la inversión en planta industrial y al desarrollo de la capacidad tecnológica doméstica.

^{1/} Comentando la posición normativa de B. Balassa, L. Westphal escribe: "Dicho autor apoya un programa de protección efectiva uniforme de no más de diez o quince por ciento a todas aquellas actividades no calificadas como casos de 'industria incipiente'. Salvo casos de excepción, no parece justificado dar a estas últimas una tasa de protección efectiva que sea más del doble de las que se acuerdan a los sectores industriales 'maduros'. Adicionalmente, dicha protección a la industria infantil debe ser temporaria, sujeta a un calendario decreciente que alcance el nivel del otro subgrupo en, digamos, cinco a ocho años". Véase, de dicho autor: Empirical justification for infant industry protection. Trabajo a ser presentado en Trade, Technology, Equity and Stabilization in Latin America, (Ed.) Syrquin/Teitel, Academic Press, Inc., New York.

La cita de B. Balassa proviene de: Reforming the system of incentives in Developing Countries, World Development, Vol. 3, 1975.

Una conclusión semejante a ésta es la alcanzada por J. Bhagwati y T.N. Srinivasan en el ya citado programa de investigaciones del NBER. Dicen dichos autores: "Parecería ser que el pasaje a una política de liberalización, y el posterior mantenimiento de la misma, resultan cruciales para alcanzar y poder mantener a través del tiempo una performance exitosa de exportaciones. Por el contrario, amagues ocasionales de liberalización -pero no el mantenimiento de una política estable- darían lugar a una continua vuelta a fojas cero". 2/

Otros dos temas importantes en lo que a política de protección se refiere son: i. Los criterios de elección de ramas industriales a ser protegidas, y ii. La explicitación de un calendario o cronograma temporal. En ambos planos resulta de utilidad la noción de 'brecha tecnológica relativa' que no es otra cosa que un indicador que tome en cuenta, por un lado, la distancia inicial de productividad (o costos) que media entre la sociedad receptora de una nueva rama industrial y, por ejemplo, el país de origen de la misma y, por otro, el ritmo de aprendizaje tecnológico alcanzado por dicha industria en una y otra localización.3/

Parece intuitivamente claro que tanto una elección adecuada de ramas industriales a ser tratadas preferencialmente, como el diseño 'a medida' de un calendario o cronograma óptimo de tasas de protección para las mismas deben necesariamente descansar en una noción más o menos aproximada al concepto de 'brecha tecnológica relativa', tal como el mismo ha sido enunciado en el párrafo previo.

Las distintas investigaciones efectuadas muestran que dicha brecha está determinada por factores tales como el tamaño de planta elegido, vis a vis tamaños internacionales, la magnitud, composición y naturaleza de los esfuerzos de ingeniería localmente efectuados, la organización del proceso productivo (grado de integración vertical, manejo de subcontratistas, etc.), etcetera.

Dado lo particular de cada situación, y la especificidad de cada 'secuencia madurativa' no nos parece factible hablar de programas de protección invariantes entre países o entre ramas industriales, como se ha pretendido hacerlo en la literatura de años recientes sobre protección efectiva.

V.3. Esfuerzos de investigación y desarrollo y de difusión de conocimientos tecnológicos

Son muchos y variados los temas en los que se justifica el diseño y la implementación de programas de acción pública en lo que hace a la gestación y difusión de nuevos conocimientos tecnológicos. En ambos planos -el de la creación de nuevos conocimientos tecnológicos y el de la difusión de información técnica- existen sobradas razones como para sospechar a priori que el mecanismo de precios no brinda señales adecuadas, o suficientes, como para inducir una asignación socialmente óptima de recursos y que la intervención del aparato público se justifica en aras de

2/ J. Bhagwati y T.N. Srinivasan, op. cit., 1978, p. 16.

3/ Hemos presentado un modelo semejante en J. Katz, op. cit., 1974.

explorar formas alternativas de acercamiento a dicho óptimo.

Están aquí en juego tanto el monto de lo gastado por una determinada comunidad en las actividades mencionadas y la participación relativa de los sectores público y privado en el financiamiento de las mismas, como también el grado de centralización y descentralización con que dichas actividades habrán de ejecutarse, esto es, cuántas y cuáles de las tareas de investigación, desarrollo y difusión de conocimientos tecnológicos serán realizadas por el sector privado o, alternativamente, por entidades descentralizadas del sector público, como pueden ser las universidades, los institutos de tecnología industrial, la Comisión de Energía Atómica, etc.

Un primer tema parece claro: lo actualmente gastado en tareas de Investigación y Desarrollo en el campo de la tecnología metalmecánica, así como en la difusión de información técnica al interior de las diversas ramas que conforman dicho sector de actividad es relativamente poco, cuando comparamos con lo que, en esta materia, gastan empresas y gobiernos del mundo desarrollado ^{4/} o, incluso, de algunos de los países del sudeste asiático. Hemos observado que las firmas más exitosas de la muestra aquí examinada realizan gastos de IyD del orden de 5-7% sobre ventas ^{5/}. Sin duda ello constituye una situación atípica para la rama en su conjunto, debiendo considerarse que la media del sector probablemente sólo alcanza a una cuarta parte de tal cifra, o aún menos. En vista de ello parece razonable suponer que el margen de acción disponible para aumentar el esfuerzo tecnológico doméstico realizado por el sector privado es aún amplio, justificándose plenamente una acción coordinada al respecto. Pese a que la información disponible en lo que hace a gastos de IyD y a esfuerzos de difusión de información técnica por parte del sector público es francamente insatisfactoria, una conclusión semejante no nos parece irrealista, razón por la que también juzgamos como válido el plantear la conveniencia de un sustancial aumento del gasto público en esta materia.

Examinemos a continuación posibles caminos de acción, comenzando por el tema de los esfuerzos de difusión de información técnica.

Uno de los trabajos realizados en el marco del presente Programa describe el funcionamiento de un Centro Sectorial destinado a la evaluación de nuevas tecnologías productivas y a la difusión de información técnica en el campo de la maquinaria agrícola. La organización y modo de funcionamiento de dicho Centro nos resultan en extremo atractivas en tanto y en cuanto las mismas podrían servir de modelo para el diseño experimental de otros canales semejantes de difusión de información técnica en otras ramas de la producción metalmecánica.

El ejemplo mencionado corresponde a CODEMA en Argentina, organismo acerca del cual el trabajo de J. Berlinski nos ilustra a modo introductorio ^{6/}. CODEMA -Co-

^{4/} A título de ejemplo y pese a no ser un dato actualizado, el lector puede referirse a las estadísticas sobre IyD publicadas por la National Science Foundation. Véase, por ejemplo, Research and Development in Industry, 1966, National Science Foundation, US Government Printing Office, Washington, 1968.

^{5/} Véase, por ejemplo, H. Nogueira, op. cit., 1982, Cuadro C.1. p. 100.

^{6/} J. Berlinski, Algunas notas ..., op. cit., 1982.

misión para el Desarrollo de Maquinaria Agrícola- es un Centro Sectorial de evaluación y difusión de tecnología en el que participan las distintas cámaras empresarias de fabricantes de maquinaria agrícola, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). "Entre otras cosas la subcomisión de ensayos de CODEMA encargada de máquinas para la implantación de cultivos ha elaborado normas para ensayos de máquinas sembradoras tanto en laboratorio como a campo abierto" 7/. Dichas normas, ampliamente difundidas entre usuarios, extensionistas del INTA, empresarios del sector, etc. mejoran la transparencia del mercado -y, por ende, el funcionamiento del sistema de precios y de la competencia- y estimulan y encaminan la innovación tecnológica al interior de esta industria.

Pensamos que acciones de este tipo -es decir, de creación de Centros Sectoriales de evaluación tecnológica, elaboración de normas técnicas y difusión de información- que requieren tanto de una tarea de Investigación Aplicada y Desarrollo experimental por parte del Sector Público así como también de la implantación de un marco de concertación entre dicho Sector y los empresarios de una determinada rama industrial que haga viable el diálogo tecnológico entre los mismos, deberían ser extendidas a otros campos de la actividad metalmeccánica. 8/

Amén de la evaluación tecnológica y de la difusión de información técnica, este tipo de nucleamientos sectoriales también puede verse como un marco idóneo para la implementación de acciones de carácter grupal en relación a otros aspectos tecnológicos en los que las señales de precios son tardías o incorrectas, o en los que media imperfecta apropiabilidad de los beneficios, como pueden ser los temas relativos a la formación de recursos humanos calificados, o a la generación de conocimientos científicos de carácter más básico, pero eventualmente útiles al desarrollo general de la atmósfera tecnológica en que opera una determinada rama productiva.

Retomaremos estos temas algo más adelante en este trabajo.

Por cierto que no es ésta la única forma de favorecer la difusión de información técnica al interior de una determinada rama productiva. En ciertas actividades, -por ejemplo la producción agrícola- el rol del extensionista es típicamente el de un agente difusor de información. Con pocas excepciones, dicho rol ha merecido escasa atención en el campo de la producción industrial, probablemente a raíz del distinto grado de apropiabilidad privada que media entre el conocimiento científico-tecnológico referido al sector primario y aquél relacionado con la producción industrial. Cierta evidencia empírica disponible -por ejemplo, lo que

7/ J. Berlinski, Algunas notas ..., op. cit., 1982, p. 4.

8/ Véase, a título de ejemplo, como opera en el contexto norteamericano el Comité Coordinador de empresas automotrices, patrocinado por el Office of Transportation Programs del Departamento de Energía. Dicho Comité ha publicado una extensa nómina de documentos resumiendo lo ocurrido en sucesivas reuniones de intercambio y difusión de información tecnológica en las que participaron todas las grandes firmas automotrices de los Estados Unidos de Norteamérica, así como la enorme mayoría de sus proveedores y subcontratistas. Dichas publicaciones pueden obtenerse de ERDA, US Department of Energy, Washington D.C.

en distintas oportunidades hemos observado acerca del impacto que ejercen sobre la productividad global los miembros del servicio técnico de ventas de grandes empresas que visitan a sus firmas clientes con el objeto de consolidar la posición comercial de sus respectivas empresas 9/- sugiere que la figura del extensionista industrial podría adquirir importancia en lo que hace a la captación de problemas técnicos de planta por parte del empresario privado y en la subsecuente difusión de información técnica relacionada con la solución de los mismos. El papel que en esta materia podrían desempeñar institutos tecnológicos del sector público -como el INTI, previamente mencionado- o del aparato universitario, escasamente ha recibido atención hasta el momento.

Otras formas de difusión de información técnica son las ferias y exposiciones industriales, las conferencias y reuniones sectoriales, las visitas programadas de plantas industriales de países del mundo desarrollado, las distribución masiva de información de patentes y otros documentos semejantes, la preparación y difusión de normas y estándares de operación de planta, mantenimiento, calidad, seguridad industrial, etc. Todas estas acciones tienen en común un idéntico denominador: el beneficio social es más alto que el privado, razón básica por la que se justifica su realización y financiamiento por parte de la autoridad pública.

Pasemos ahora al tema de los gastos de Investigación y Desarrollo. Parece conveniente dividir aquí entre aquéllos que hacen a la adaptación, optimización, etc. de tecnologías ya conocidas- y los 'mayores' o sea los que involucran la exploración y el desarrollo tecnológico en campos de frontera. En lo que hace a los primeros, hemos encontrado abundante evidencia empírica mostrando que el sector metalmeccánico privado de los mayores países latinoamericanos ha encarado en el pasado -y continúa haciéndolo en la actualidad- un vasto espectro de temas relacionados con: i. El diseño de nuevos productos, ii. El aumento de calidad de productos ya conocidos, iii. El uso de nuevos materiales, iv. El mejor aprovechamiento de los equipos disponibles, v. La incorporación de equipamientos modernos, de alto nivel de complejidad y automatización, vi. La mejora y racionalización del 'lay-out' de planta fabril, vii. La aplicación de métodos contemporáneos de Ingeniería de la Organización como son los estudios de 'familias de piezas' y de racionalización del proceso productivo por 'grupos tecnológicos', etc.

Obviamente no todas las empresas examinadas han cubierto cada uno de dichos capítulos tecnológicos, ni lo han hecho en el mismo nivel de excelencia, en caso de haberlo intentado. Justamente la idea misma de 'secuencias madurativas' que subyace a lo largo de todo el presente trabajo implica la noción de diferencias evolutivas y de senderos tecnológicos altamente diferenciados entre firmas, aún entre competidores cercanos. Una nómina de temas como la previamente sugerida y la noción de diferencias madurativas a que hace mención el párrafo anterior, deberían, a nuestro juicio, constituir la base para confeccionar una agenda de proyectos de Investigación y Desarrollo de tipo 'adaptativo', -esto es, de proyectos que involucren la adecuación y optimización de tecnologías ya conocidas- a ser encarados por los distintos elencos de ingeniería de los establecimientos metal-

9/ J. Katz et. al., Productividad, Tecnología y Esfuerzos Locales de Investigación y Desarrollo, Monografía de Trabajo N° 13, Programa BID/CEPAL/PNUD de Investigaciones en Temas de Ciencia y Tecnología en América Latina, Buenos Aires, marzo, 1978.

mecánicos en operación.

Tal como se dice previamente, mucho de este tipo de esfuerzos tecnológicos está siendo realizado hoy en día aun cuando sólo actúan incentivos fiscales convencionales o, en ciertos casos, ni siquiera ello como mecanismos inductores. En general se trata de proyectos de Investigación y Desarrollo de alta rentabilidad privada ^{10/} y de corto período de maduración, razón por la que su atractivo es evidente. Ello no implica, sin embargo, que desde el punto de vista social no resultaría conveniente inducir la expansión de los recursos que la sociedad como un todo dedica a este tema. Tal cosa podría conseguirse haciendo que gasten más en proyectos de este tipo empresas que en la actualidad ya los encaran, o consiguiendo que empresarios pequeños y medianos hoy marginados de la temática tecnológica gradualmente se involucren en la misma. Pueden imaginarse incentivos de carácter fiscal -más localizados y focalizados que en la actualidad- o programas de acción directa en los que institutos descentralizados del Sector Público, núcleos específicos del aparato universitario, etc. podrían tomar una actitud de liderazgo. A juzgar por la evidencia empírica recogida, los incrementos de productividad global que podrían gestarse por esta vía -especialmente allí donde la ingeniería de Organización y Métodos haría factible una drástica eliminación de 'tiempos muertos' y otros indicadores de ineficiencia- son de magnitud considerable. Los Centros Sectoriales de evaluación y difusión de información tecnológica podrían eventualmente concebirse como un marco idóneo para el diseño de una agenda de temas de IyD concertada entre el Sector Público y el Privado que contara con aprobación y participación activa de ambos.

Así como en el campo de lo 'adaptativo' la idea es aumentar significativamente un tipo de esfuerzo tecnológico que -aunque parcialmente- hoy ya es encarado por el Sector Privado en lo que se refiere a la exploración de temas de frontera, el papel de liderazgo -y, en muchos casos, aun el de ejecutor directo- del Sector Público es más notorio. Es obvio que a medida que aumentan la incertidumbre y el riesgo, que los períodos de maduración se tornan más extensos, y que el tipo de recursos humanos y equipamiento necesarios para la tarea exploratoria se vuelven más sofisticados y complejos, menor resulta la probabilidad de que el Sector Privado asigne recursos suficientes como para desarrollar localmente una base científico-tecnológica adecuada para seguir de cerca, o incluso liderar, la expansión de la frontera científico-técnica universal. La rápida penetración de la microelectrónica y las dificultades que al respecto de ello han tenido en años recientes algunos de los mayores productores de equipos de capital de América Latina habla a las claras del problema que aquí se plantea.

A diferencia del caso de la IyD 'adaptativa' en donde el objetivo de la política tecnológica debería ser el de conseguir que muchas y distintas empresas se involucraran en un programa generalizado de desarrollo tecnológico doméstico, los proyectos de IyD 'de frontera' tendrían que ser cuidadosamente elegidos, tanto en lo que se refiere al tema en sí como en lo que hace al grupo empresarial y al elenco

^{10/} Véase, P. Maxwell, Implicit R&D Strategy and Investment-Linked R&D. A Study of the R&D Programme of the Argentine Steel Firm, Acindar S.A., *Monografía de Trabajo N° 23*, Programa BID/CEPAL/PNUD de Investigaciones en Temas de Ciencia y Tecnología en América Latina, Buenos Aires, marzo, 1979.

técnico-profesional con el que se decide llevar adelante el programa. También a diferencia del caso anterior se trata éste de un campo en el que necesariamente deberá aumentar el diálogo tecnológico entre el sector productivo y el aparato universitario en tanto y en cuanto la necesidad de recursos humanos de alto nivel de calificación y una adecuada captación de las principales líneas de exploración seguidas internacionalmente, constituyen requisito sine qua non para avanzar a lo largo de esta senda. Distintas experiencias relacionadas con el desarrollo de tecnologías 'de punta' en países industrializados revelan que son pocas las firmas del sector privado capaces de llevar adelante este diálogo tecnológico con el aparato universitario y con las oficinas del Sector Público encargadas de política científico-tecnológica y de planeación industrial. Asimismo, la evidencia disponible sugiere que se trata de programas de lenta maduración cuya incidencia sobre el sector productivo escasamente resulte reflejada en lapsos menores al de una década, o periodos más extensos aún. El financiamiento y la acción directa del Sector Público en esta materia son no sólo aceptados sino abiertamente practicados por todas las naciones del mundo desarrollado.

V.4. Subcontratistas y provisión de insumos básicos

Reiteradamente nuestros estudios ponen de manifiesto la existencia de múltiples dificultades en lo que hace a la utilización de subcontratistas así como también en el aprovisionamiento de insumos básicos como pueden ser el hierro y el acero y otras materias primas semejantes.

Examinaremos primero el tema de los subcontratistas. Su ausencia debe interpretarse como un problema general de madurez de la estructura industrial y como un claro fracaso del mecanismo de precios. Estamos aquí en presencia de una falencia del mercado que debería ser corregida por vía de la acción pública directa.

En nuestra opinión, un esfuerzo programado en esta materia tendría que comenzar a través de un programa amplio de estandarización y normalización de partes, piezas, subconjuntos, materiales, etc. así como también a través de un acuerdo concertado de reducción del mix de producción elaborado por cada empresa, o por cada 'línea' operativa existente en planta. Esto permitiría, por un lado, captar economías de escala derivadas de la especialización y de la eliminación de 'tiempos muertos' -esperas, preparaciones de máquinas, etc.- y, por otro, seleccionar una nómina de campos específicos en los que resultaría aconsejable inducir la aparición y el desarrollo de subcontratistas independientes.

Dicho esfuerzo de estandarización y normalización involucra dificultades que de ninguna manera deben ser minimizadas. La presencia de rentas derivadas de la diferenciación de productos, de problemas varios inherentes a la apropiabilidad privada del conocimiento técnico, etc. hace que tengan que superarse escollos difíciles en la implementación de un programa de acción pública en este territorio. La concertación inter-empresaria y un calendario de estrecha colaboración con institutos tecnológicos del Sector Público parecen un sine qua non de todo progreso efectivo. En tal sentido, los Centros Sectoriales de evaluación de nuevas tecnologías y de difusión de información técnica, cuya significación ha sido previamente examinada, podrían verse como nucleamientos válidos a través de los cuales impulsar acciones como las aquí sugeridas.

El esfuerzo de estandarización y normalización sin duda ayudará a identificar una nómina de actividades y producciones en las que las economías de escala

potencialmente asequibles por vía del desarrollo de subcontratistas especializados son lo suficientemente atractivas como para transformar a dichas ramas en prioritarias dentro de la agenda de política industrial. Las piezas de fundición, los engranajes, los motores eléctricos, etc. constituyen candidatos obvios para aparecer en dicha nómina.

El paso siguiente corresponde al área de la política industrial y consiste en la preparación y puesta en marcha de proyectos específicos de inversión en los campos así seleccionados. Incentivos fiscales convencionales, o acuerdos de carácter directo con los sectores empresarios afectados en su funcionamiento cotidiano pueden, a este nivel de generalidad, imaginarse como posibles vías de implantación de una infraestructura de subcontratistas especializados. Dichas acciones deberían complementarse con otras de difusión de información, fortalecimiento de los canales de financiamiento para la pequeña y mediana empresa, y otras actividades semejantes, que favorezcan la consolidación de un sector social y productivo hoy francamente precario o, muchas veces, lisa y llanamente inexistente.

Pasando ahora al tema de los insumos básicos parece importante observar que, casi invariablemente, las empresas metal mecánicas examinadas han manifestado tropezar con dificultades de costos, calidad y plazos de entrega en materias primas básicas como el hierro y el acero u otras semejantes, muchas veces provistas por empresas descentralizadas del sector público. En diversas ramas del sector metal mecánico, la incidencia relativa de este tipo de insumos en la estructura global de costos resulta significativa, razón por la que la ineficiencia operativa de los sectores básicos al trasladarse en cascada a los establecimientos terminales encarece la producción de estos últimos y daña su capacidad competitiva con productos sustitutivos internacionales. Acciones de distinta índole pueden imaginarse a efectos de contrarrestar este fenómeno, desde los permisos de importación temporaria hasta el manejo de una tasa de protección efectiva que se haga cargo del alto grado de ineficiencia frecuentemente presente en la producción de insumos básicos. Eventualmente es el problema general de protección de los sectores de producción básica el que deberá ser encarado a través de instrumental idóneo pero parece conveniente, durante la faz transicional evitar, mediante acciones específicas, las traslaciones de ineficiencias operativas originadas fuera de la rama metal mecánica.

V.5. Equipamiento y recursos humanos calificados

Diversos temas reclaman atención en materia de equipamiento fabril y de formación e incorporación de recursos humanos calificados.

Respecto al primer tema -equipamiento fabril- parece claro que la difusión del control numérico, de los Sistemas de Diseño de Computadora (CAD), de los centros y 'líneas' flexibles de mecanizado, y de la robótica en general, escasamente ha comenzado a darse en el marco de la metal mecánica latinoamericana. En parte, dicha lentitud en el proceso de difusión obedece a un problema de precios relativos, pero no pueden descartarse falencias importantes en lo que hace al acceso a la información técnica pertinente, así como en los métodos de evaluación disponibles por parte de la comunidad empresaria.

Parece claro que en el mediano plazo la industria metal mecánica de la región

no podrá quedar al margen de la revolución tecnológica que en esta materia se está gestando al presente en el escenario internacional, revolución que tiene su epicentro en la economía japonesa. ^{11/}

Los aspectos inherentes a la difusión de información técnica relacionada con estas nuevas formas de equipamiento podrían encararse tanto a través de extensionistas industriales, como por vía de los Centros Sectoriales de evaluación tecnológica previamente propuestos. Véase, Sección V.3.

Parece importante observar aquí que mucha de la nueva tecnología de comando numérico resulta especialmente apta para la producción en 'pequeños lotes' y por ello debe verse como particularmente útil para el tipo de programas de producción predominantes en América Latina. Esto nos lleva a suponer que un adecuado programa de asistencia técnica a usuarios, capaz de proveer información acerca del tipo de sistemas y equipamiento óptimo en cada situación particular, seguramente tendrá un efecto altamente positivo sobre el ritmo de difusión de la tecnología de comando numérico a lo largo del sector metalmecánico de la región.

Es obvio que, más allá de las deficiencias informativas media también un problema de precios relativos y de disponibilidad de mano de obra calificada, en lo que hace al ritmo de difusión del control numérico, los centros de mecanizado y otras formas de automatización. En tanto que el problema de precios relativos podría encararse por vía de legislación específica que estimule la inversión en equipamiento a través de ventajas impositivas, crediticias, etc. el tema de los recursos humanos calificados necesarios para operar dicho equipamiento moderno involucra tanto la formación de los mismos a escala de la sociedad en su conjunto, como la preparación no-formal efectuada muchas veces a nivel del establecimiento fabril particular. En lo que hace a la educación en planta, y tal como lo sugerimos en relación a los incentivos a la formación de capital físico, pueden emplearse subsidios fiscales y crediticios sobre los gastos privados de entrenamiento de técnicos y profesionales, sobre los programas de becas, cursos de reentrenamiento periódico y otras expensas semejantes encaradas por la firma individual.

Pasando ahora al segundo de los temas examinados en esta Sección, esto es, formación de recursos humanos calificados a escala de la sociedad en su conjunto, es inmediatamente obvio que el espectro de problemas involucrados es amplio y deberá ser objeto de un programa de acción particular que cubra desde el gasto en sí que la sociedad realiza en educación y entrenamiento en las diversas profesiones y especialidades asociadas a la producción metalmecánica, hasta el contenido

^{11/} "En los años 1980 presenciamos una revolución en los sistemas de producción a medida que un mayor número de establecimientos metalmecánicos incorporan centros enteramente automáticos de mecanizado para cumplir el turno nocturno... Por otra parte, especial atención parecen estar recibiendo los sistemas flexibles de producción (FMS) que se ocupan de las tareas de manipulación, posicionamiento, etc. de materiales, partes y piezas y en los que los tornos y otros equipos varios de control numérico actúan bajo el comando de un único robot inteligente y reprogramable". La frase proviene de: "Metalworking Engineering and Marketing" una Revista bimensual japonesa encargada de difundir información relativa al estado de la frontera productiva internacional en el campo de la metalmecánica.

curricular de los distintos programas educativos. Se trata tanto de aumentar el esfuerzo que en materia educativa lleva a cabo el conjunto de la sociedad como de mejorar el diálogo y la interrelación entre el aparato educativo y el sector productivo. Especial cuidado debería prestarse a temas tales como la movilidad de profesionales y técnicos entre las distintas casas de estudio y las principales empresas del sector, la creación de nuevas carreras y especialidades técnicas hoy ausentes del curriculum ofrecido, la puesta en marcha de programas colaborativos de investigación básica y aplicada llevados a cabo entre profesionales del sector universitario y personal de empresas públicas y privadas del sector metalmeccánico, etc.

Paralelamente a lo anterior, parece necesario encarar un esfuerzo educativo de carácter general que, por un lado, mejore el nivel técnico y las habilidades mecánicas de la población en su conjunto, y por otro, aumente gradualmente el interés y la jerarquización social -hoy francamente bajo- que el ciudadano medio, las organizaciones sindicales, etc., atribuyen a carreras y profesiones relacionadas con la actividad fabril.

V.6. Otros temas generales

Es obvio que más allá de los temas especialmente individualizados en páginas previas subsiste aún una larga lista de otros temas que no hemos tratado en particular y que hacen a posibles acciones del Sector Público en el campo metalmeccánico. Entre ellos figuran: i) El papel del 'compre nacional' como mecanismo de consolidación del sector metalmeccánico productor de equipos por 'órdenes individuales', ii) El rol del licenciamiento externo, vis a vis la investigación local, como método de acercamiento a la frontera técnica universal, iii) La necesidad de que el programa de acción en el campo metalmeccánico contemple explícitamente el establecimiento de una amplia capacidad exportadora en estas ramas, la que deberá estar apoyada en elementos complementarios tales como financiamiento, canales de comercialización, etc. Al igual que muchos de los temas examinados en Secciones previas, éstos deberán recibir especial atención en toda agenda programática que pretenda encarar los problemas que al presente plantea el sector metalmeccánico latinoamericano.

A fin de cerrar este trabajo con una lista específica de recomendaciones, presentamos a continuación, una nómina de posibles acciones de política pública:

1. Legislación estimulando la inversión en equipamiento moderno, los gastos de capacitación y re-entrenamiento de mano de obra, etc.
2. Creación de Centros Sectoriales de difusión de información, evaluación de nuevas tecnologías, etc. en los que participen tanto empresas del sector privado como profesionales y técnicos del aparato universitario, de institutos descentralizados del Sector Público (tipo INTI - Instituto Nacional de Tecnología Industrial, etc.).
3. Estimular por vía fiscal, crediticia, etc. los gastos de Investigación y Desarrollo 'adaptativo' llevados a cabo por el sector privado. Elaboración de metodologías de evaluación de proyectos de IyD y una agenda de prioridades en materia de IyD 'adaptativa'.

4. Encarar programas conjuntos de Investigación básica y aplicada en campos de frontera buscando mejorar el diálogo y la inter-comunicación entre el aparato universitario y el sector productivo.
5. Poner en marcha un programa nacional de estandarización y normalización de partes, piezas, subconjuntos, etc. en el que colaboren oficinas del sector público, cámaras empresarias y firmas particulares.
6. Elaborar un programa detallado -llegando hasta la implementación específica de proyectos de inversión- de desarrollo de una infraestructura de subcontratistas y proveedores especializados.
7. Organizar un sistema de extensión industrial capaz de examinar problemas de productividad, control de calidad, etc., a nivel de planta fabril y de asesorar a pequeñas y medianas empresas en temas de equipamiento óptimo, usos de control numérico y otras técnicas de reciente incorporación, organización de oficinas y departamentos de control de calidad, de Organización y Métodos, etc.
8. Organización de programas diversos de difusión de información técnica a través de ferias, visitas de planta, disseminación de documentación de patentes u otra semejante, cursos y conferencias, etc.
9. Aumento del gasto público en educación profesional y técnica. Reconsideración de contenidos curriculares y creación de especialidades y capacitaciones intermedias.
10. Fijación de un cronograma adecuado de protección a la industria incipiente, fijando pautas claras en lo que hace a elección de sectores, instrumentos a ser empleados, etc. Dicho cronograma debería ser diferencial entre sectores atendiendo al distinto ritmo de aprendizaje doméstico y desplazamiento de la frontera técnica universal respectiva. Debería además contemplar la verdadera dimensión temporal del fenómeno secuencial y acumulativo del aprendizaje tecnológico local.
11. Evitar la instalación de plantas organizadas en línea cuya escala operativa difiera muy marcadamente de la escala prevalente en fábricas semejantes del mundo desarrollado. No desalentar la instalación de plantas de producción masiva allí donde resulte factible llevar a cabo simultáneamente una agresiva política de exportaciones. Cuidar, en dichos casos, que los restantes instrumentos de la política económica -tipo de cambio, reintegros a la exportación, etc.- no desalienten la propensión a exportar.
12. Emplear el 'compre nacional' como mecanismo de consolidación de la industria metalmecánica nacional, especialmente en ramas donde la producción es 'a pedido', o por órdenes individuales, y donde el Estado es el principal demandante a través de sus obras de infraestructura.
13. Estimular el diálogo entre usuarios, empresas, e institutos de IyD, normalización y estandarización, etc. del sector público.

14. Encarar los problemas presentes de baja productividad relativa por vía de asistencia técnica de planta en problemas de Ingeniería de Procesos, de Organización y Métodos, control de calidad, análisis de materiales, y otros campos de la ingeniería que podrían permitir tanto la racionalización del 'lay-out' fabril y optimización del proceso productivo, como la captación de economías de escala a través de la eliminación de 'tiempos muertos', de la organización fabril por 'grupos tecnológicos', etc.
15. Evitar los cronogramas que fuerzan a un creciente grado de integración nacional de partes, piezas, subconjuntos, etc. Con frecuencia dichos cronogramas terminan induciendo a un grado de integración vertical más elevado que el óptimo.
16. Desalentar los programas de diversificación y apertura del 'mix' de producción con que opera cada firma. Toda acción destinada a estandarizar y normalizar y, por esta vía, a ampliar el tamaño del lote, debe ser vista como un paso en la dirección adecuada.
17. Contrarrestar las imperfecciones prevalentes en los mercados de factores -particularmente el de capitales- que discriminan contra los proyectos de más lenta maduración o contra las firmas medianas de carácter familiar.
18. Buscar a través del sistema de extensionistas penetrar en la intrincada estructura de la firma familiar a efectos de mejorar el acceso de ésta a la información técnica, a los mercados de capitales, etc.
19. Elaborar un programa de reconversión del sector metalmecánico que partiendo, por un lado, de la presente realidad en lo que hace al estadio madurativo que caracteriza al sector en el medio local y, por otro, de los múltiples temas previamente enumerados, encare el diseño de un plan de acción concertada entre el aparato estatal y el sector privado, capaz de revitalizar a este último tanto en su productividad fabril como en su capacidad competitiva internacional.

APENDICE

A continuación se detallan las monografías publicadas por el Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina. Las monografías nros. 0 a 36 corresponden a la Primera Fase de dicho Programa y al no tratar el tema del sector metalmeccánico no han sido incluidas en el siguiente listado.

- 37 - The Use and Production of Numerically Controlled Machine-Tools in Argentina.
Staffan Jacobsson Diciembre 1980
- 38 - Etapas Históricas y Conductas Tecnológicas en una Planta Argentina de Máquinas Herramienta.
A. Castaño, J. Katz, F. Navajas Enero 1981
- 39 - Evolução Tecnológica no Setor de Máquinas de Processar Cereais. Um Estudo de Caso.
Hélio Nogueira da Cruz Julio 1981
- 40 - Productividad, Escala y Aprendizaje en una Planta Argentina de Motores.
Julio Berlinski Agosto 1981
- 41 - Cambio Tecnológico en la Firma Distral S.A. Fabricante de Calderas y Equipos de Presión.
M. Ramírez Gómez y José Leibovich G. Agosto 1981
- 42 - Análisis de la Trayectoria de una Planta Automotriz en Colombia: El Caso de Sofasa.
D. Sandoval, M. Mick, L. Guterman Noviembre 1981
- 43 - Innovaciones en Productos y Aprendizaje (El caso de una planta argentina de implementos agrícolas).
Julio Berlinski Enero 1982
- 44 - Technical Change and Technology Policy. The Case of Numerically Controlled Lathes in Argentina.
Staffan Jacobsson Marzo 1982
- 45 - Innovaciones en el Proceso y Aprendizaje en una Planta Argentina de Fundición.
Julio Berlinski Abril 1982
- 46 - Inovação Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas Brasileiro - Um Estudo de Caso.
Marcos Eugenio da Silva Mayo 1982
- 47 - Observações sobre a Mudança Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas do Brasil.
H. Nogueira Cruz, M. E. da Silva,
L.A. Gunnar Hugerth Mayo 1982
- 48 - Cambio en la Información Técnica y Aprendizaje en una Planta Argentina de Motores.
Julio Berlinski Junio 1982
- 49 - La Industria de Máquinas-Herramientas en Colombia. Estudio de una Firma Productora de Tornos y otras Máquinas para Trabajar Metales.
D. Sandoval, L. Jaramillo Junio 1982

50 - Análisis del Desarrollo Industrial de Forjas de Colombia. 1961 - 1981.
D. Sandoval, M. Mick
L. Guterman, L. Jaramillo

Junio 1982

Se terminó de imprimir el día
22 de Julio de 1982 en:
CENTROCOP - SRL -
Cerrito 270 - Loc. 9 - CAPITAL. -
QUEDA HECHO EL DEPOSITO QUE
MARCA LA LFY N° 11.723 -



