

Revista de la CEPAL

Director
RAUL PREBISCH

Secretario Técnico
ADOLFO GURRIERI

Secretario Adjunto
GREGORIO WEINBERG



NACIONES UNIDAS
COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA

SANTIAGO DE CHILE/ABRIL DE 1983.

Revista de la
C E P A L

Número 19

Santiago de Chile

Abril 1983

SUMARIO

| | |
|---|-----|
| Reflexiones sobre la economía latinoamericana durante 1982. <i>Enrique V. Iglesias</i> | 7 |
| Los problemas del desarrollo latinoamericano y la crisis de la economía mundial. <i>Centro de Proyecciones de la CEPAL.</i> | 53 |
| Cambio tecnológico en la industria metalmecánica latinoamericana. Resultado de un programa de estudio de casos. <i>Jorge Katz</i> | 87 |
| El poblador andino, el agua y el papel del Estado. <i>A. Dourojeanni y M. Molina</i> | 147 |
| La microelectrónica y el desarrollo latinoamericano. <i>Eugenio Lahera y Hugo Nochteff</i> | 169 |
| El costo real de la deuda externa para el acreedor y para el deudor. <i>Carlos Massad</i> | 185 |
| Algunas publicaciones de la CEPAL | 199 |

Cambio tecnológico en la industria metalmecánica latinoamericana

Resultado de un Programa de Estudio de Casos

Jorge Katz *

La industria metalmecánica está atravesando 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 Taiwán como productores y exportadores de diversos productos metalmecánicos, 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, pero, por sobre todo, la intuición de que los cambios en vías de gestación —en lo tecnológico, en lo organizativo, en los 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 se examinan diversos aspectos de la realidad latinoamericana en la materia. Los establecimientos metalmecánicos de la región están lejos de constituir una réplica de las plantas metalmecánicas de países desarrollados. Tanto los procesos productivos como la organización de la producción predominantes 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 los distintos países latinoamericanos, lo que refleja la gran diversidad de situaciones existentes dentro de la región.

Por ello resulta por demás evidente que una detenida exploración microeconómica en distintas subramas de la industria metalmecánica de diversos países latinoamericanos debe 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 formación e 'implementación' de instrumentos de política económica y tecnológica.

*Director del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina.

Introducción

Desde 1979 hasta el presente, cuatro agencias internacionales han copatrocinado un Programa de Investigaciones en el campo de la producción metalmecánica latinoamericana, cuyos resultados se examinarán a lo largo de este trabajo.¹ Dicho Programa constituye un intento de cubrir la carencia de información básica acerca de la realidad metalmecánica de la región a través de la realización de un amplio número de estudios de casos en los que se examina en detalle la conducta económica y tecnológica de cerca de medio centenar de firmas metalmecánicas radicadas en Argentina, Brasil, Colombia, México, Perú y Venezuela. Se presentarán aquí los principales resultados emergentes de dichas investigaciones, y se incursionará, 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 el otro, y más importante aún, porque la metodología empleada —estudio de casos individuales— nos lleva a iluminar el carácter muy específico de las funciones domésticas de producción, de la organización industrial y la conducta innovadora local, etc., pero no nos permite arribar a modelos analíticos ni a conclusiones de carácter universal. Puede decirse sin temor a errar que gran parte del conocimiento disponible en América Latina en materias de conducta innovadora, organización industrial y carácter peculiar y específico 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 no sea formalizada— que nos permita describir adecuadamente la conducta

¹El 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 a las mismas aparecen a lo largo del presente texto.

económica y tecnológica de empresas metal-mecánicas 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 principal preocupación 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, que incluye: especificaciones de detalle de partes y piezas, planos e instrucciones de fabricación, mantenimiento, etc., de el o los productos a ser elaborados; ii) la de ingeniería del proceso productivo en sí. Dicha ingeniería de producción implica la nómina de máquinas a ser empleadas, los dispositivos y herramientas que las acompañan, las normas operativas y de mantenimiento de dichos equipos, etc.; y 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 surge como resultante de una compleja interrelación de variables. Como se verá posteriormente, algunas de dichas variables provienen de la historia técnico-económica de cada firma

en particular; otras derivan del mercado donde 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 considerada. En otras palabras, la conducta empresarial en general —y la conducta tecnológica, en particular— resulta de una compleja interacción entre lo estrictamente específico (o 'idiosincrásico') 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 implica un proceso secuencial factible de ser examinado en 'etapas', a lo largo de las cuales 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 de maduración a largo plazo que, argumentaremos, aún no ha sido adecuadamente descrito ni 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 al mismo asociadas, van mucho más allá de lo que con frecuencia se acepta en la literatura convencional de años recientes.²

²Con respecto a lo que aquí llamamos la 'literatura convencional', el lector puede consultar Bela Balassa y Michael Sharpston, "Export Subsidies by Developing Countries: Issues of policy", en *World Bank Reprint Series: Number Fifty-one*. Reproducido de *Commercial Policy Issues*, Ginebra, noviembre 1977; Bela Balassa, "Export Incentives and Export Performance in Developing Countries: A Comparative Analysis", en *World Bank Reprint Series: Number Fifty-nine*. Reproducido de *Weltwirtschaftliches Archiv* 114, Tubingen,

El plan del presente estudio es el siguiente: el capítulo 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 por lo general el proceso productivo adquiere la forma de un flujo continuo, y se realiza 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.

El capítulo III entra de lleno al análisis de los resultados obtenidos. Es obvio de inmediato que median grandes diferencias madurativas en lo que a producción metalmeccánica se refiere dentro mismo 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.

Ahora bien, 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. Conco-

mitantemente, ha ido aumentando la proporción del personal calificado y técnico empleado por la rama, a la vez que se ha ido desarrollando una importante base tecnológica autóctona. Otros —como Perú y Venezuela— se hallan sólo en las etapas iniciales de una secuencia que ha comenzado más recientemente y que implica la producción de rubros metalmeccánicos 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 distintos países de la región. Y 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 metalmeccánica ya desde la década de los años treinta. 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 cuyo historial técnico-económico es sumamente rico y representativo de tendencias y decisiones a largo plazo. Por el contrario, Perú y Venezuela nos enfrentan con historias empresariales mucho más breves, en algunos casos de duración inferior a una década. Por otra parte, Colombia y México aparecen en algún punto intermedio entre ambos extremos.

Otros rasgos diversos de las plantas metalmeccánicas examinadas confirman esa primera impresión acerca de las 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 dentro 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 del capítulo III examinamos comparativamente el material que surge de los distintos estudios de casos buscando iluminar

1978; Jagdish N. Bhagwati y T.N. Srinivasan, "Trade Policy and Development", en *World Bank Reprint Series: Number Ninety*. Reproducido de *International Economic Policy: Theory and Evidence*, Rudiger Dornbusch y Jacob A. Frenkel (eds.), Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1978.

los alcances, determinantes y consecuencias de las diferencias madurativas previamente apuntadas.

El capítulo 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 el capítulo anterior. Pese a que sólo estamos frente a una evidencia empírica de naturaleza parcial, el material recogido en los diversos estudios de casos cons-

tituye un importante activo a partir del cual resulta interesante volver a la teoría recibida.

Finalmente, el V y último capítulo del trabajo incursiona, aunque sólo sea en forma breve, en el terreno de las políticas económica y tecnológica. Se examinan allí diversos temas donde nuestros resultados revelan la existencia de terreno fértil para mejorar el modus operandi de la industria metalmeccánica latinoamericana y su inserción en el escenario internacional.

I

Naturaleza de la tecnología metalmeccánica

La industria metalmeccánica abarca todos aquellos sectores productivos que se dedican a la transformación de metales³. 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; y 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 predominante 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, etc.

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

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 homo-

³Naciones Unidas, "Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas", Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, *Informes Estadísticos, Serie M, N° 4, Rev. 2*, Nueva York, 1969.

géneo, 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 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 durante 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 predominante entre los mismos. Para fabricar un eje de automóvil o tractor se requiere primero la fundición —o, alternativamente la forja— seguida luego del mecanizado, más tarde del tratamiento térmico, etc. Observamos aquí tanto la diversidad de subprocesos requeridos como asimismo 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, e incluso, el '*lay-out*' y diseño de la planta. Hasta aquí lo inherente al número de subprocesos y a la interdependencia de 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 nor-

malizados en la fabricación de distintos productos electrodomésticos. La posibilidad de producción descentralizada de dichos ítem 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 de la posibilidad de operar basándose en subcontratistas especializados.

Las diferencias entre las 'industrias de proceso' y las ramas metalmeccánicas por supuesto no acaban con el mayor número de subprocesos que normalmente integran la tecnología de estas últimas, ni con la mayor complejidad y amplitud del 'árbol de componentes' y las opciones de descentralización y especialización que éste trae aparejadas. 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 aparecen no sólo la gran variedad de especificaciones y modelos, que con frecuencia se elaboran 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 dentro de una determinada rama productiva importantes 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 equipo 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 las diferencias interempresariales de productividad, aún entre plantas industriales estrechamente competidoras.

La tecnología empleada por todo establecimiento metalmeccánico habrá de reflejar los rasgos técnicos previamente enumerados; y 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 la planta, etc.

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

a) *Producción en grandes lotes*

En el campo metalmeccánico la producción continua corresponde al caso de fabricación de grandes lotes de ítem homogéneos. Ejemplos típicos de este tipo de situación son la fabricación de automóviles, motores eléctricos estándares, etc. El grado de automatización puede variar, lo que depende del número de subprocesos que se ejecuten manualmente,⁴ 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

⁴Por 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.

parte del equipo de capital tiende a ser específica para un subproceso dado, o para varios subprocesos tomados conjuntamente, así 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*

Numerosos sectores metalmeccánicos producen 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 o departamentos que realizan 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 transportados —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 característicos 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 —previa 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 *'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.⁵

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 metal-mecánicos frecuentemente encontrados en la práctica, y luego de observar que tanto la producción en pequeños lotes como por órdenes

individuales ocurre en plantas discontinuas, organizadas en ‘talleres’, profundizaremos 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 ‘talleres’. 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,⁶ ello nos permitirá observar donde se gestan las diferencias más notorias de funcionamiento y productividad entre uno y otro tipo de organización del proceso de trabajo.

Todo establecimiento industrial desarrolla las siguientes cinco ‘actividades’:⁷

La suma de estas cinco ‘actividades’ conforma el proceso productivo de toda planta

| <i>Símbolo</i> | <i>‘Actividad’</i> | <i>Significado</i> |
|---|--------------------|---|
|  | 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 con otro o desensamble, o su preparación para una operación subsiguiente. |
|  | Inspección | Es el examen de un objeto para identificar la cantidad o la calidad de cualquiera de sus propiedades. |
|  | Espera | Hay espera cuando las condiciones —salvo las intencionalmente introducidas— no permiten ejecutar la acción siguiente prevista en el proceso productivo. |
|  | Almacenamiento | Existe almacenamiento cuando el objeto es guardado a la espera de un traslado autorizado. |

⁵E.A. Arn, *Group Technology*, Nueva York, Springer-Verlag, 1975. Especialmente: “The Group Technology Flow Line”, p. 9 y ss.

⁶Véase, por ejemplo, *Introducción al estudio del trabajo*, OIT, Ginebra, 1966, p. 86 y ss.

⁷Queremos agradecer en este punto la ayuda del Ing. Angel Castaño quien nos ha facilitado el conocimiento de bibliografía general sobre este tema como así también un manuscrito personal inédito donde examina el tema del uso del control numérico en la industria metalmeccánica a partir de categorías semejantes a las aquí empleadas.

industrial, entre éstas, las de producción metalmecánica. Si se examinan comparativamente establecimientos fabriles organizados en 'línea' y plantas de producción discontinua organizadas en 'talleres' 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 'talleres'. 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 metalmecánica el que los procesos productivos discontinuos y organizados en 'talleres' sean mucho más intensivos en 'tiempos muertos', y en tiempos de transporte,⁸ en la medida en que 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 micromovimiento. También los *stocks* y puntos de almacenamiento de materiales en curso de elaboración, partes, piezas, subconjuntos, etc., se localizan y dimensionan de acuerdo 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 una combinación de tareas.

Contrariamente a dicho cuadro las plantas de tipo discontinuo y organizadas en 'talleres' 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 se fabrican simultáneamente ya que ahora es el producto el que circula entre 'talleres', sin estar 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 como 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 decidirá 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 condicionará indefectiblemente 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 metalmecánicas, el 'modo' típico de producción en la región latinoamericana es el del 'taller' de tipo discontinuo, en tanto que la producción de países desarrollados se realiza 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, toda vez que esto último pretenda ser evaluado en un marco de apertura a la

⁸El 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. La diferencia de salarios del plantel obrero que actúa en uno y otro caso y las diferencias provenientes de los restantes insumos también deberán tenerse en cuenta a fin de arribar a un juicio comparativo. Véase Howard Pack, "The Capital Goods Sector in LDCs: A Survey" (mimeografiado), Washington, abril, 1979.

competencia internacional. Acerca de esto tendremos oportunidad, algo más adelante en el presente trabajo, de observar cómo, en un amplio 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.

Como hasta aquí se ha mostrado de qué manera la naturaleza misma de la tecnología metalmeccánica condiciona la conducta tecnológica empresarial, examinaremos a continuación en qué forma actúan otros condicionantes de dicha conducta, entre ellos, el volumen de producción, los precios relativos de factores, etc.

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 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-herramienta 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 cuando resulte necesario. Cada uno de estos modelos de organización del proceso productivo reclama un tipo particular de calificación de 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 dependerán de distintas variables técnicas y económicas. Entre ellas: i) el tipo y volumen de producción a elaborar; ii) los precios relativos de factores; iii) las imperfecciones prevalecientes en los mercados laborales, financieros, etc.; iv) el cariz de la competencia que la firma debe enfrentar, etc. Se examinará 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').⁹

La actividad de transformación implica:

a) Preparación de la máquina

Esta comprende la realización de todas las acciones necesarias para poder llevar 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 *dadas* —por lo tanto es *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 realizar —incluida la fabricación de máscaras y dispositivos especiales— por cuanto ello permi-

⁹En 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 reduce parte de los 'tiempos muertos' inherentes a la producción discontinua y a los pequeños lotes.

tirá 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, que dependen de la habilidad del operador; y, ii) restricciones técnicas —las que dependen de: la máquina (su edad, la fuerza del motor, etc.); el tipo de metal que se está trabajando; la herramienta empleada; el lubricante utilizado;¹⁰ la complejidad de la acción a ejecutar; 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 estándares del tiempo de preparación de máquinas, carga y descarga, transformación, etc., que se requiere para llevar a cabo determinado tipo de actividad, dados el equipamiento y las condiciones de funcionamiento del proceso (lubricantes, herramientas de corte, etc.).¹¹

A los efectos del presente examen —donde 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 esto último, es decir, del número de piezas que se fabricarán una vez preparada la máquina, o sea del tamaño del lote.

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

Si suponemos 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 breve, pero el de transformación propiamente dicha más prolongado. Dado el bajo costo relativo de la máquina implicada 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 elaborar 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 —por 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, por la confección de máscaras y dispositivos especiales, y para el caso de que el

¹⁰“Water-Based Cutting Fluids cut Machining Costs. Switching from Neat Cutting Oil to Water-based Coolants Helps to Reduce Production Costs —and Conserves Oil”, en *Machine Tool Review*, Vol. 63, N° 363 y 365, Coventry, Inglaterra, 1975.

¹¹Véase, por ejemplo, A.S. Manne y H.M. Markowitz (ed.), en *Studies in Process Analysis. Economy-Wide Production Capabilities*, Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University, Nueva York, John Wiley & Sons, Inc., 1963.

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.¹² Ello podría ser una máquina *transfer* o una 'isla' reprogramable de máquinas con comando numérico.

Hasta aquí lo relativo a la relación entre complejidad del producto elaborado, volumen de producción y selección de tecnología en plantas metalmeccánicas dadas. Ahora bien, 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, emplea de manera intensiva mano de obra calificada, alguna de naturaleza casi artesanal. Y por el contrario, los equipos automatizados y las líneas *transfer* permiten reemplazar a dichos operarios calificados —cuya formación puede demandar 4 ó 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, se registró un caso en el que, por 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.¹³ Además de los operarios directos, dichos equipos de control numérico reclamaron instructores calificados y programadores. En términos aproximados, 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 empleo de obreros calificados directos.

El análisis del párrafo anterior revela que el equipamiento automático y semiautomático adquiere relativamente más importancia en aquellos países donde la oferta de obreros calificados es relativamente reducida y, por lo tanto, 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 (Gran Bretaña, Suecia, etc.) que en América Latina aun cuando obviamente existen grandes diferencias entre países dentro de la región latinoamericana.¹⁴ Volveremos sobre este tema en el último capítulo del trabajo.

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 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 afectarán 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

¹² A.S. Manne y H. M. Markowitz (ed.), *op. cit.*

¹³ S. Jacobsson, "Technical Change and Technology Policy. The Case of Numerically Controlled Lathes in Argentina", Lund, Suecia, julio, 1981 (mimeografiado), p. 12.

¹⁴ Berth Jonsson, Corporate Development AB VOLVO, "Corporate Strategy for People at Work. The Volvo Experience", International Conference on the Quality of Working Life, QWL and the 80's, Toronto, Canadá (mimeografiado), agosto 30 - setiembre 3, 1981.

de producción descentralizada a través del empleo de subcontratistas. Las páginas que siguen examinan este tema, el que reaparecerá posteriormente cuando —en el capítulo III— presentemos los varios resultados obtenidos en los distintos estudios de campo. Asimismo el tema reaparecerá al término del trabajo cuando hagamos referencia a posibles acciones en materia de política pública.

3. *Subcontratistas*

Otro de los rasgos básicos que caracteriza a la tecnología metalmeccánica es el 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 posibilita 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 ahora 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, donde actúan numerosos compradores y vendedores indiferenciados, cada agente económico obtiene, a través del sistema de precios, toda la información requerida. 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 numerosos 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 interempresarial 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 elevados que se justifique la completa internalización del mercado por vía de la integración vertical. La

segunda implica que las ventajas de la independencia comercial superan a la de la completa internalización, pero que se justifica recurrir a la coordinación como medio de superar las imperfecciones del mercado"¹⁵ Y agrega: "La integración 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".

Ahora bien, para profundizar la exploración de este tema, conviene preguntarnos que hechos o rasgos económicos subyacen aquí.

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., por lo menos similares a los implicados en la autoproducción. La otra parte contratante —el subcontratista— debe poder estar en condiciones de cubrir dichos requerimientos en forma fehaciente y sistemática.

Podemos intuitivamente comprender que las relaciones de subcontratación pueden implicar 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 por necesidad aparecerán problemas relativos a la apropiación de rentas empresariales 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 interesadas, negociación que puede posibilitar acuerdos de muy diversa índole, dado el rango más o menos

¹⁵ S. Lall, "Linkages Revisited", Oxford (mimeografiado), 1980.

amplio de posibles situaciones de equilibrio.¹⁶

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

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 de 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 de ninguna manera el mercado puede 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 relativas 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 esto un amplio margen de negociación entre las partes contratantes y un espectro también grande de posibles situaciones de equilibrio. Dada la naturaleza muy específica 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, lo que depende de la estructura del mercado de subcontratistas, del 'poder de negociación' de la firma principal *vis à vis* sus propios demandantes, etc.¹⁷

¹⁶J. Katz, *Importación de tecnología, aprendizaje local e industrialización dependiente*, México, F.C.E., 1974, p. 24 y ss.

¹⁷En un trabajo anterior hemos presentado un modelo geométrico sencillo que puede ser aplicado al presente caso. Véase J. Katz, *Ibidem*, 1974.

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 carácter 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, por 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 implicada 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 considerarse como un apéndice operativo de la firma principal, que en realidad es la que decide volumen de producción, condiciones de venta, etc. En el otro extremo hallamos la situación del subcontratista independiente que opera con libertad 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 a base de subcontratistas puede, normalmente, relacionarse con decenas (o hasta centenares) de talleres proveedores de partes y componentes, o con plantas encargadas de llevar a ca-

bo 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 donde opera el subcontratista, la diferencia 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., incidirán sobre el 'poder relativo' de negociación de ambas partes, sobre el precio final y sobre las demás condiciones varias y de acuerdo a las cuales finalmente se conviene la operación. Dado que muchas veces simplemente no existe un 'precio de referencia' y que es amplio el rango de posibles situaciones de equilibrio, 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 pueden resultar situaciones opuestas donde 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 constituya un complejo problema de organización y planeación de la producción desde el punto de vista de la firma terminal, lo que requiere con frecuencia un departamento técnico especializado capaz de conducir simultáneamente un elevado número de acuerdos de producción externa a la firma, balancear las entregas de los proveedores externos de forma tal que se minimicen los costos innecesarios de *stocks*, los riesgos de desabastecimiento, etc.

En países desarrollados el empleo de subcontratistas constituye una práctica fre-

cuente. Y a diferencia de ello el empleo de subcontratistas resulta mucho menos frecuente en el mundo semi-industrializado, lo que es válido aun en el caso de subsidiarias locales de firmas multinacionales.

Cerramos así el presente capítulo destinado a estudiar algunos de los rasgos más salientes de la tecnología metalmeccánica. Observamos que, quizás con mayor frecuencia que en el caso de las industrias 'de proceso', las ramas de producción metalmeccánica 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. Como es obvio, el hecho de que desde el punto de vista técnico ello sea factible no necesariamente indica que tales opciones técnicas sean efectivamente empleadas. El tipo y volumen de la producción a ser elaborada, los precios relativos de factores, las imperfecciones prevalecientes en los mercados laborales, financieros, etc., el cariz de la competencia que la firma debe enfrentar, el nivel de protección del que goza la firma, etc., habrán de condicionar fuertemente tanto la tecnología originalmente elegida por todo establecimiento fabril, como también las modificaciones de la misma que dicho establecimiento introducirá a través del tiempo.

A lo largo del próximo capítulo tendremos oportunidad de examinar la incidencia de dichos rasgos estructurales de la tecnología metalmeccánica en distintos escenarios productivos de América Latina. Existen profundas diferencias evolutivas dentro de la región y éstas claramente se manifiestan en la diversa tecnología productiva, organizativa, etc., empleada por los establecimientos fabriles estudiados a lo largo de la presente investigación.

II

El escenario tecnológico
latinoamericano en el campo metalmeccánico.

Evidencia empírica emergente de un programa de estudio de casos

Las plantas metalmeccánicas de América Latina están lejos de constituir una réplica de los establecimientos fabriles productores de bienes semejantes en países industriales maduros. Para 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 donde se provee de insumos; vi) el marco legal e institucional en que opera, etcétera.

Tal como se afirma en el capítulo anterior —y puesto que la tecnología metalmeccánica lo permite— dichas variables han determinado la aparición y consolidación dentro de la región latinoamericana de un sector metalmeccánico —que en los países más desarrollados de la misma constituye prácticamente un tercio del producto industrial— formado por plantas fabriles con un 'lay-out' muy específico, 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 este capítulo es describir algunos de los rasgos centrales de dichas plantas metalmeccánicas. 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 subsista competitivamente en regímenes menos protegidos de comercio internacional.

Las diferencias 'madurativas' dentro de la región latinoamericana son sumamente marcadas. Algunos países —como Argentina y Brasil— comienzan a desarrollar su industria metalmeccánica relativamente temprano a comienzos de este siglo, y se observa el surgimiento de actividades de fundición y forja, soldadura, etc., durante la década de los años veinte. Ya en la década siguiente surgen en dichos países plantas de cierta importancia en máquinas-herramienta, bienes de consumo duraderos, etc., muchas de las cuales emergen a partir de talleres de mantenimiento y reparación operados por distribuidores e importadores de productos extranjeros. Los parques automotriz y de bienes de consumo duraderos, etc., de dichos países, son en ese momento, grandes, aun si se los compara con los de naciones del mundo desarrollado, y la infraestructura de mantenimiento que los mismos reclaman posibilita la aparición tanto de talleres locales de reparación como de los primeros intentos de fabricación doméstica de los bienes de capital más sencillos requeridos para ello.

Durante los años treinta se radican en dichos países diversas subsidiarias de grupos metalmeccánicos de naciones desarrolladas. Ellas no son, en aquel momento, unidades de producción propiamente dichas, sino casas distribuidoras y de representación comercial, muchas de las cuales en el campo de los bienes de consumo durables y en el de los bienes de capital para la industria de la alimentación, textil, etc. Resulta evidente el hecho de que varias de estas firmas montan departamentos de asistencia técnica a clientes, como así 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 metalmeccánicos que ello desencadena, consti-

tuye otro de los antecedentes históricos importantes que deben ser tenidos en cuenta cuando se examina el temprano desarrollo de la metalmeccánica en Argentina y Brasil.

En otros países de la región el surgimiento de actividades metalmeccánicas es de data más reciente, el que puede situarse en la década de los años cincuenta en México, Colombia y Chile y, al término de los sesenta, o comienzos de la década siguiente, en Venezuela o Perú.

Dichas diferencias de 'edad' en las respectivas industrias metalmeccánicas de la región se traducen en diferencias 'madurativas' de importancia. Ello explica por qué, en promedio, la industria metalmeccánica brasileña o argentina se halla actualmente en condiciones de operar a base de un paquete de información técnica más sofisticado y complejo que el que puede manejar, por ejemplo, y también en promedio, la rama metalmeccánica de Venezuela o Perú.¹⁸

El tema de la 'edad' de la planta y del grado de 'madurez tecnológica' de su elenco técnico y de ingeniería no son la única fuente de diferencias en materia de resultado técnico y económico entre los establecimientos fabriles de la región. Tan importante como los anteriores resulta el tamaño del mercado local en la medida en que éste incide, tal como ya lo hemos visto, sobre la elección de técnicas productivas. Argentina y Brasil, y en menor medida México y Colombia, muestran la existencia de diversas ramas metalmeccánicas en las que es dable observar la presencia de plantas de proceso continuo, donde el trabajo está organizado en 'línea' como corresponde a progra-

mas 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 bienes de consumo durables y con la industria automotriz y sus ramas subsidiarias, proveedoras de partes y subconjuntos. Con diferente grado de integración vertical —mayor 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 a base de la importación de unidades desarmadas y con un muy bajo grado de integración nacional, también puede observarse en otros países de la región, como Venezuela, Perú o Chile.

Al margen de lo expresado —es decir, del hecho que Argentina, Brasil, México y Colombia son los países que en mayor medida revelan la presencia de plantas de producción continua, organizadas en 'línea'— también la evidencia empírica recogida indica que es en estos países donde resulta factible percibir mayores esfuerzos tecnológicos domésticos destinados a 'linearizar' tramos del proceso productivo de fábricas originalmente 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, por 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 (empleo 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 desarrollado gradualmente, en distintas plantas de su industria metalmeccánica, capacidad interna de ingeniería suficiente como

¹⁸ Dos ejemplos interesantes, que surgen 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 se refiere al esfuerzo tecnológico realizado por una firma venezolana para diseñar una máquina cosechadora de caña de azúcar; el segundo 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 el de la ingeniería de procesos; y en ambos se trataba de problemas técnicos resueltos varios años antes por firmas metalmeccánicas brasileñas o argentinas.

para explorar, a base de esfuerzos tecnológicos domésticos, formas de 'linearización' de un 'lay-out' fabril inicialmente 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; y dichas diferencias son importantes no sólo en el 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 un examen cuidadoso.

El transporte semi-automático o manual dentro de la fábrica, el bobinado manual o semi-automático 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 à vis* programadores), los plazos más amplios 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.

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 tuvimos 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 una historia relativamente breve en América Latina. A raíz de ello el aprendizaje acumulado en materia de manejo de este tipo de organización de la producción es aún reducido 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 ítem altamente estandarizados, resulta a menudo utilizada en países de América Latina para producir series cortas de productos relativamente diferenciados, de modo que se pierden importantes economías de escala al aumentar 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 elocuentes en este sentido. Mientras que la primera firma gana mucho en productividad laboral durante la segunda parte de los años setenta cuando decide incorporar una 'línea' adicional y especializar el *mix* de producción elaborado por cada 'línea' en particular, en Sofasa se observa un hecho semejante 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 pocos son los casos en que el 'lay-out' 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 obligó a las firmas terminales a operar con un alto y creciente grado de integración vertical, la ausencia de subcontratistas razonablemente eficientes, etc., son todas circunstancias inherentes al medio metalmeccánico latinoamericano que pueden haber influido en el hecho de que el *mix* de producción original fuera excesivamente amplio suscitando ello un uso inadecuado de la tecnología continua.

Puede decirse que parte importante del esfuerzo tecnológico doméstico de este tipo de fábricas está signado por la preocupación de cómo extraer mayores economías de escala a los respectivos establecimientos fabriles. En algunos casos, esto ha llevado a la realización de esfuerzos de ingeniería de diseño de producto con el propósito de estandarizar partes y subconjuntos, como en 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 u otra forma aquí resulta importante recalcar que el aprovechamiento adecuado de las ventajas de la producción continua no es ni *inmediato* ni *automático*. Muy por el contrario, llegar 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.

Es este un aspecto donde la nacionalidad de la firma puede llegar a desempeñar 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 obtener más fácilmente 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 alcanzar las economías de escala subyacentes en el diseño tecnológico localmente empleado es probable

que reclame un monto sustantivo de esfuerzos tecnológicos hechos 'a medida'.

El cuadro 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, bienes de consumo durables, 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 posibilitar 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 postguerra. En uno de estos tres casos la empresa fue posteriormente adquirida por una firma terminal subsidiaria de un grupo multinacional, razón por la cual, 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.

Con 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 las empresas a través del tiempo, la magnitud del esfuerzo tecnológico por ellas encarado, etc.

Veamos primeramente lo que hace al origen de la tecnología incorporada, 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 pro-

ducto 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 pertenecían a capitales nacionales— el origen de la tecnología de producto pone de manifiesto un rasgo morfológico que no puede ser omitido, 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 quedó dicho, 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 iniciado hace más de dos décadas a través de la copia de un producto similar de origen europeo. En los restantes dos casos se trata de empresas subcontratistas que producen insumos intermedios para firmas terminales productoras de vehículos. Por su mismo carácter de proveedores de subconjuntos y piezas, ambas firmas operan con una tecnología de producto en buena medida preespecificada por la respectiva firma terminal. Ello no impide, sin embargo, que una de dichas firmas —Metal Leve, Brasil— mantenga un importante elenco de ingeniería de producto, apoyado por una Oficina de Investigación y Desarrollo que se ocupa de temas de física, química y metalurgia. Dicha oficina interactúa activamente con universidades del país y del extranjero y participa 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 ampliamente en el mercado internacional sin duda fuerza a su departamento de ingeniería de producto a una constante actualización tecnológica. Así, y aun

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 tecnológica mundial en materia de ingeniería de producto.

Si volvemos 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 de importancia 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, lo que ha hecho que últimamente examinase 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 el capítulo final del presente trabajo.

Si ahora abordamos el origen de la tecnología de procesos empleada por las cinco firmas estudiadas, observaremos nuevamente una serie de hechos de interés.

Tres de esas cinco firmas llegan a emplear una tecnología organizada en 'línea' por vía evolutiva, luego de haber operado durante varios años a base de 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, aun 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 en la tecnología original.

Cuadro 1

ALGUNOS RASGOS TECNICO-ECONOMICOS DE LAS PLANTAS DE PRODUCCION CONTINUA
EXAMINADAS POR EL PROGRAMA BID/CEPAL/CIID/PNUD

| Empresa | Producto | Nacionalidad y propiedad | Origen de la tecnología | |
|---|---|--|--|--|
| | | | Diseño producto | Proceso productivo |
| 1. <i>Perkins Argentina</i> Argentina, 1961 | Motores | Gran Bretaña, empresa extranjera | El diseño procede de las terminales y casa matriz en G.B. Hay poco esfuerzo local de ingeniería | Muy específico, con mucho equipo autofabricado. Es una planta europea refaccionada |
| 2. <i>Metalúrgica Tandil</i> Argentina, 1948 | Fundición <i>Blocks</i> Arbolleas Múltiple de admisión | <i>Inicialmente:</i> Capital nacional. <i>Actualmente:</i> Subsidiaria empresa extranjera | 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 |
| 3. <i>Metal Leve</i> 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 obtiene 600 piezas/hora frente a 200 de la línea convencional |
| 4. <i>Romi</i> 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 |
| 5. <i>Sofasa</i> Colombia, 1970 | Automóviles | 50% empresa pública y 50% subsidiaria empresa extranjera | Diseño dado por casa matriz y adaptado localmente. Piezas nuevas de diseño local. Estandarización motores, frenos, cajas velocidad | Equipos provistos por casa matriz. Sólo algunos cambios y algunos pocos diseños locales |

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

En estos dos casos, cuando se arranca de entrada con una tecnología de tipo continuo, el diseño de planta lo hace la respectiva casa matriz —son ambas subsidiarias de empresas extranjeras— y se reproduce localmente un diseño de fábrica ya experimentado en otra parte por la casa matriz respectiva.

Y por el contrario, en los tres casos en que se llega a la tecnología continua por un camino evolutivo, la ingeniería local de procesos tuvo mucha mayor participación. No debe olvidarse que en su origen estas tres firmas fueron de propiedad de capitales nacionales. En dos de los casos es la rápida expansión del mercado local, subsiguiente a la instalación de la industria automotriz, lo que brinda el estímulo para inducir la transfor-

mación 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 casi triplicación del número de piezas/hora que alcanza Metal Leve en sus líneas de producción continua, y un hecho semejante en la

| Naturaleza del cambio tecnológico | | Dimensión esfuerzos ingeniería e investigación y desarrollo (IyD) | Razos morfológicos del mercado | | Exportaciones |
|--|--|---|--|---|-----------------------|
| En diseño producto | En proceso y organización | | Tipo | Protección | |
| 1) Distintos usos del motor fabricado. 2) Mejoras de calidad en hermeticidad, resistencia mecánica en <i>block</i> , cigüeñal, etc. | Importante equipamiento en los años 1970 y cambio técnico 'incorporado'. Baja la flexibilidad de la línea. Mayor integración | Las ingenierías son 8% de las horas totales | Oligopolio concentrado | Régimen especial favorece alta integración vertical y bajo contenido de importaciones | |
| | 1) Importante aumento de productividad en nororia 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 pocas |
| | | 1.5% de ventas en IyD. Aproximadamente 60 personas. Intercambio con universidades y apoyo FINEP | 70% del mercado de pistones | | |
| | | 7% sobre Ventas. Desde 1979 IyD independiente de oficinas de ingeniería de producto y asistencia técnica planta | 70% del mercado interno | | 17% de ventas en 1979 |
| 1) Diseño de piezas nuevas para R-18 2) Aumentos de cilindrada en R-4 3) Mejora de calidad (Ej.: cigüeñal forjado a fundido) | 1) Se mejora mucho la planeación de la producción, el manejo de <i>stocks</i> , etc. 2) Sustitución de subprocesos | 2% sobre ventas. 13 personas en planta y 45 en total. 35% del tiempo dedicado a ingeniería de proceso | Oligopolio concentrado | | |

historia de Romi, expresan el tremendo impacto que supone pasar 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 en 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 examinados la 'línea' de producción continua fue montada a base de equipos primordialmente traídos del exterior, aunque ello no descarta el hecho de que al menos en cuatro de esas firmas, el diseño y la autofabricación de máquinas den-

tro 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 consideradas; pasemos ahora a estudiar aspectos inherentes al cambio tecnológico en dichas firmas.

La resolución de problemas de la tecnología originalmente incorporada, el hecho de tratarse de fábricas de productos finales o intermedios, la búsqueda de mejoras 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 que deben ser tenidos en cuenta a efectos de examinar la conducta tecnológica de las cinco empresas estudiadas.

Tal como antes se señaló, las dos plantas que originalmente se instalan con una tecnología de tipo continuo parecen, al comienzo, aprovechar muy pobremente las economías de escala subyacentes en la tecnología elegida. En uno de los casos la respuesta tecnológica a dicha condición inicial implica 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 buena 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 intenso programa de equipamiento que la firma puso en práctica casi diez años después de su implantación. A diferencia del anterior, es éste 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 empleo del tiempo dentro 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 implica 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 fueron 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 pequeña 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 la construcción de equipos y máquinas para terceros. En otros términos, y aun 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 en 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 registrada. Mientras que en un caso el grueso del cambio tecnológico es 'desincorporado', e implica 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 en apariencia también se registra en el caso de la firma que produce un bien final rela-

tivamente estandarizado y de uso universal.

La diversidad de situaciones también se repite cuando intentamos clasificar qué razones motivaron la incorporación de los cambios tecnológicos registrados. 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 por 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 tampoco 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. Se torna comprensible que escalas de producción de esa envergadura puedan afrontar el mantenimiento de elencos especializados en las distintas ramas de la ingeniería, y hasta de oficinas de IyD más directamente interesadas 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 integradas en el mercado internacional, mantienen escalas de planta parecidas o semejantes a las predominantes en el mundo desarrollado, y en diversos sentidos trascienden la mentalidad estrecha de producción para el mercado interno que predomina en la gran mayoría de los estableci-

mientos fabriles que han surgido como consecuencia de la estrategia de sustitución de importaciones. Volveremos sobre este tema al ocuparnos de ventajas comparativas, tecnología y política pública.

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

Dejamos aquí el análisis de los cinco establecimientos de producción continua organizados en 'línea' y procedemos a examinar a continuación las restantes plantas metalmeccánicas estudiadas en el marco del Programa BID/CEPAL/CHD/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 aquellas que trabajan 'a pedido', por 'órdenes individuales' y las que lo hacen en 'pequeños lotes'.

Tal como se señaló en el capítulo II, un establecimiento metalmeccánico que opera 'a pedido' o en 'pequeños lotes' conforma un 'modo de producción' sustancialmente distinto del hasta aquí examinado. La empresa de tipo y origen familiar, montada sobre la base del ingenio mecánico de un inmigrante, con un acentuado predominio 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 simple 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 por consiguiente todo el carácter de la operación industrial se ha modificado. Los análisis inter temporales de productividad deben encararse con suma cautela por cuanto el *mix* de producción normalmente ha variado, la calidad de cada uno de los ítem del *mix* también lo ha hecho, la nómina y naturaleza de los subprocesos empleados se ha modificado *pari pasu* con el equipamiento incorporado y con la subcontratación a terceros; la relación entre obreros directos e indirectos ha disminuido, 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 conservan 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, le agregan 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 'instalación 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 apenas las partes y repuestos de equipos preexistentes importados del extranjero, o la reproducción de algún modelo 'viejo' de un bien de capital, o de un bien de consumo durable, 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 óptima como suele describirse en los libros de texto convencionales. La transición se caracteriza, muchas veces, por: i) la mudanza a otra localización física; ii) la intensa 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, sea 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 extraeconómicos y basados en 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 proceso gradual de 'digestión' de la capacidad instalada y del personal obrero y técnico. En esta etapa varía sustancialmente la relación MOD/MOI —esto es, entre obreros directos e indirectos— a medida que la firma incorpora técnicos y profesionales y racionaliza el uso de sus recursos productivos. Los criterios formales comienzan a reemplazar a la tradición oral, y la información técnica comienza a manejarse más ordenadamente; de esta manera aparecen 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 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 por la aplicación de métodos de ingeniería de 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, lo que describe un estadio relativamente sofisticado de funcionamiento y organización de los diferentes departamentos de ingeniería de la firma.

La secuencia evolutiva antes descrita no ocurre de la noche a la mañana; antes bien, no debe asombrarnos encontrar que la misma requiera algo así como 15 a 20 años. Tampoco debe admirarnos comprobar que no hay nada lineal y con características de 'expansión en equilibrio' en el marco de una situación específica. Finalmente, tampoco 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 del entorno (el mercado, la macroeconomía), dicho proceso de ajuste rezagado es recurrente.

Por supuesto no hay nada forzoso, 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 donde los mercados de factores funcionan a base de reglas de juego distintas de las que son proverbiales en la región latinoamericana. (Los casos de Japón, Corea, etc. son particularmente significativos en este sentido.)

Sólo unas pocas de las firmas aquí estudiadas alcanzaron, durante su historia evolutiva, a transitar los cuatro estadios descritos; y 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 correspondiente a las 'fases' dos y tres de la secuencia propuesta. (Véase el cuadro 2.)

Gran parte de las empresas que conforman el subgrupo estudiado cuenta con un cierto grado de 'protección natural' que deriva 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 sea esto mismo 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 consistía más en satisfacer una demanda existente que hacerlo a un costo o con una especificación de calidad que hubiera podido enfrentar la competencia externa.

Dicha ingeniería original de producto, en no pocos casos provino de la copia de un símil extranjero, situación que puede registrarse 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 considerado. Tal es el caso de Turri¹⁹ o Romi²⁰ cuando copian un torno

¹⁹ 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.

²⁰ Véase H. Nogueira da Cruz, "Relatório Parcial - Parte II, Firma E". Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de

Cuadro 2
ALGUNOS RASGOS TÉCNICO-ECONÓMICOS DE LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN DISCONTINUA,
EN PEQUEÑOS LOTES O POR 'ORDENES INDIVIDUALES'

| Fábrica y país | Producto | Propiedad, nacionalidad | Origen de la tecnología | |
|--|---|---|---|---|
| | | | Producto | Proceso de organización |
| 1. <i>Gherardi</i> Argentina (1937) | Maquinaria agrícola Stock | Argentina. Empresa familiar. | Adaptación diseños importados | Forja, maquinado y soldadura son las más capital-intensivas |
| 2. <i>Zaccaria</i> Brasil (1920) | Maquinaria agrícola. A pedido | Brasileña. Empresa familiar | Copia de similares importados simples, luego más complejos | Equipan 2a. mano. En 1943 montan la fáb. como 'taller'. Se autofabrican equipos y herram. El equipamiento se hace más sofisticado en los años 70 |
| 3. <i>Forjas</i> Colombia (1950) | 1. Orugas de tractor 2. Autopartes. 3. Actualmente: cigüeñal forjado para Renault 4. Bridas y cuerpos molledores | Colombiana, 30% nacional, 60% extranjera. Administr. alemana, luego italiana y posteriormente IFI | Etapa 1a.: mucha diversificación y lotes chicos en orugas de tractor. Etapa 2a.: aumenta diversific. al incorporar productos FIAT, pero se subcontrata más. Etapa 3a.: IFI baja diversificación | Estudios iniciales hechos por consultor alemán. Hasta 1970 gestión alemana. Desde 1980 gestión IFI pero ya hay mucha obsolescencia. Siempre hubo desbalance entre forja y mecanizado y entre aquella y matricería |
| 4. <i>Ramo</i> México (1941) | Molinos harineros. Casi todos a pedido. Para reparaciones hace algún equipo para stock | Mexicana. Empresa familiar | Viene de tradición familiar en molinera. Comienza reparando equipos viejos y fabrica los repuestos. Se diversifica hacia otros productos | Se muda a un local nuevo en 1961. Allí inicia la etapa fabril. Tienen fundición propia |
| 5. <i>Rota-Agro</i> Venezuela (1961) | Maquinaria agrícola. Produce para stock | Venezolana. Familiar, originada en Cuba | Segadora rotativa copiada de modelo norteamericano. Esfuerzo adaptativo al medio local. Al tener fundición propia esto incide sobre diseño de productos | En 1963 establece taller propio bastante simple. A partir de 1968 también tiene planta de fundición |

Fuente: Elaboración propia a base de distintos estudios de campo. Véase el Apéndice.

européico conopelea en los inicios de su actividad en los años cuarenta, o el caso de Zaccaria²¹ cuando comienza a producir molinos para beneficiar arroz en la década de los años treinta en la región de São Paulo, Brasil. En parte son las limitaciones del equipo de capital disponible —sumamente rudimentario en esos momentos— las que llevan a ello, pero tampoco pueden descartarse reza-

gos informativos de importancia en dichos primeros esfuerzos de diseño y copia de productos.

En la gran mayoría de estos casos, la ingeniería de procesos —y mucho más aún la de organización de la producción— no parece haber cumplido un papel significativo 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 los derivados de la programación de la producción. Hay grandes desbalances técnicos entre una sección de planta y otra —véase dentro de la evidencia fáctica recogida por el Programa, el dramático desbalance entre los departamentos de forja,

Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina (mimeografiado), Buenos Aires, enero 1981.

²¹ 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.

| Descripción del cambio técnico | | Subcontratistas y proveedores | Patentan | Aumentos de productividad, origen y magnitud |
|--|---|---|---|---|
| En diseño de producto | En tecnología de proceso | | | |
| Enfasis ingeniería producto. Demanda juega papel importante en 2a. etapa. Cuerpo sembrador absorbe mucha innovación | Ahorros en tiempo de preparación de máquinas | En el surge subcontratan. En los modelos más complejos mayor el procesamiento interno. (70%). Diseñan en planta (caja valoc.) y se hacen fabricar | Sí, sobre todo en los años 70 | El aumento en economías de escala viene por menor tiempo de preparación de máquinas. Producción crece con las innovaciones |
| En 1948 incorporan descascarador de cereal. La nueva generación (1970) se abre a máquinas-herramienta | Sólo últimamente comienzan a hacer 'pequeños lotes'. Antes eran órdenes individuales. La 2a. generación hace costos, pone computadora, etc. | 1. Total integración vertical. 2. 1944 - ponen fundición y sección cauchío. Plazos, precios y calidad subcontratistas eran malos. 3. Años 70 dejan de fundir y compran a terceros | Sí. Tienen unas 20 patentes de producto. Son de la época de recesión. En la expansión no patentan | No se ven grandes aumentos. Hay problemas medicionales por la amplitud del mix y los cambios de calidad y de subprocesos cubiertos |
| 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 nuevas máquinas. 2. Se trata de hacer 'continuo' el tramo 'horno-máq. de forja' para bajar costo energía. 3. Aumentan tamaños lote | En etapa FIAT se busca subcontratar para reducir el efecto negativo de la mayor diversificación originada en diseños FIAT. IFI aumenta subcontratación y baja diversificación | No | Gran subutilización en todo momento. En forjas es casi 50% históricamente. En mecanizado 60% |
| Gran diversificación de usos de equipos parecidos | 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. |
| Fuerte contacto con productores agrícolas proveen indicación de adaptaciones necesarias. Abren posteriormente el 'mix' de producción siempre a 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 Tanapo o Nardi. Actualmente está mejorando imitando a las otras | Al principio, incorporar la fundición le permitió bajar costos. Hoy no, pues hay mejores subcontratistas. Desarrolla una gama de 'talleres externos' que le permiten bajar costos y enfrentar la recesión | No | La productividad mejora al reducir el grado de diversificación. La competencia está comenzando a usar control numérico. Ellos todavía no. |

mecanizado y matricería que caracteriza al diseño original de planta en el caso de Forjas de Colombia²². 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.

²² Véase D. Sandoval, M. Mick, L. Guterman y L. Jaramillo, "Análisis del desarrollo industrial de Forjas de Colombia, 1961-1981", *Monografía de Trabajo No 50*, Programa BID/CEPAL/CHD/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, junio 1982.

La historia subsiguiente a esta iniciación empresarial a base de 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 —dentro 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

Cuadro 2
(conclusión)

| Fábrica y país | Rasgos estructurales del crecimiento | Exportaciones | Concentración | Influencias macro | Calificación de la mano de obra |
|--|--|---|--|--|--|
| 1. <i>Gherardi</i> Argentina (1937) | Hay 2 períodos: 1º: hasta 1972. 2º: 1972-78. Hacia final deben simplificar en recesión. Fracasas con innovaciones en 1974 y reducen la complejidad | Sí, mucho a países limítrofes. Puede reflejar adaptación a la demanda | 4 empresas juntan 2/3 del total en 5 familias. 'Share' es función de nuevos pedidos | Subsidio a agricultores | Hay más campo para rasgos informales. Antigüedad y 'seniority' |
| 2. <i>Zaccaria</i> Brasil (1920) | Las oscilaciones de demanda los llevan a diversificar. La demanda cambia mucho en los años 70 e induce a la firma a mejorar el producto | Sólo en los años 65-70 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 | Sólo con la expansión de los 70 se incorporan técnicas de mayor calificación y máquinas caras y específicas |
| 3. <i>Forjas</i> Colombia (1950) | Hay 3 etapas muy definidas. La alemana: se fabrican rodamientos y hay ingeniería de diseño. La italiana: se producen autopartes intra grupo FIAT. La IFI: se hace acuerdo con Renault que aumenta lotes y exportaciones. | 15-18% en fechas recientes (1975) | Al comienzo es un monopolio. G. Electric es su único comprador | En 1965 se abre la importación, justo al entrar en producción. Devaluación aumentó la deuda en marcos y produjo quiebra | En la 'etapa alemana' el equipo técnico (hacia diseño de producto y métodos) tenía 40 personas. La 'época italiana' desmonta todo eso. IFI vuelve a la organización anterior |
| 4. <i>Ramo</i> México (1941) | | Ya en 1959 comenzó a exportar a USA. Vende planta completa en Costa Rica. Hoy es 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 |
| 5. <i>Rota-Agro</i> Venezuela (1961) | El 'clima competitivo' fue cambiando en el tiempo, tras un inicio como monopolistas. Hoy deben imitar ellos a la competencia pues se sienten a la zaga | No exporta | Durante casi una década son la única firma del sector. Luego entran dos competidoras; una subsidiaria y otra licenciataria de empresas extranjeras | 1. Crédito subsidiado a los agricultores es su principal fuente de expansión de demanda. 2. La contracción (1977/81) la afecta más que a las otras dos firmas | Hasta la reciente incorporación de la 'generación profesional' son pocas las mejoras introducidas |

con que parecen haber comenzado a funcionar muchas de las empresas metalmeccánicas de proceso discontinuo examinadas en el marco del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD.²³

²³Es obvio que no es ésta la única situación posible, 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 donde también predomina la tecnología de origen externo como parte del 'paquete' tecnológico inicial, pueden sin duda hallarse en el conjunto de firmas metalmeccánicas que operan con organización productiva discontinua, tipo 'taller', pero los mismos constituyen decididamente una minoría dentro de la muestra aquí examinada.

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.

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, y ella implica: 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 ítem particulares dentro del 'mix'.

| Materias primas | Papel del Estado y externalidades | Naturaleza del cambio tecnológico | Otros rasgos específicos |
|--|---|---|---|
| Se usan mayores espesores en chapa por calidad y eso da más peso y robustez | Importante papel INTA en difusión de información. Híbridos. Innov. biológ. y rasgos de la demanda | En 1974 lanzan máquina más compleja. Fracasas y deben hacer otro diseño más simple. Usan información técnica máquina francesa | <ol style="list-style-type: none"> 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, vía estandarización 3. Hay normalización entre una generación y la siguiente 4. Productor activo y usuario activo |
| Al comienzo se sustituye metal por madera | Prácticamente no hay ingerencia estatal más allá de la protección | Hay gran mejora de calidad. Hay una 'secuencia natural' en el tratamiento del cereal a ser beneficiado | <ol style="list-style-type: none"> 1. Después de 1970 entra en funciones la 'segunda generación'. Cambia 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 mejores productos |
| En rodamientos hubo sustituciones de acero al cromo por acero al boro y se redujo el ciclo de producción | <ol style="list-style-type: none"> 1. Entrenamiento y movilidad de personal. 2. Es empresa pública. | En matricería hubo varios progresos ahorros de capital (vía tiempo y costo de matrices nuevas). Ese cambio es 'embodied' vía una fresadora-copiadora, una máquina pulverizadora de vidrio, etc. En cigüeñal también hubo muchos cambios | <ol style="list-style-type: none"> 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. Es un caso interesante de formación de recursos humanos y rotación de gente 5. En 1975 se construyó un horno para piezas pequeñas diseñado en planta 6. El taller de mecanizado tiene muchos 'cuellos de botella' |
| | Hay mucho crédito subsidiado | Nuevos usos de una tecnología de producto ya conocida | <ol style="list-style-type: none"> 1. Se autofinancian con recursos que traen de España, en un principio 2. Las expansiones de 1961 son totalmente familiares 3. Aun hoy no tiene buenos registros contables y generales |
| Tiene menos capacidad de análisis de materiales y de implementar sustituciones que sus competidoras pero éstas últimas operan con licencias externas | La incidencia de la política crediticia al agro es muy grande | El grueso del cambio tecnológico hace a ingeniería de diseño de productos | <ol style="list-style-type: none"> 1. En fecha reciente parecen haber comenzado un 'cambio generacional' importante que implica 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 aludir la legislación laboral. |

El primer paso en la ingeniería de producto parece con frecuencia haber sido el de tomar distancia con el o los modelos externos originalmente copiados, 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 esfuer-

zo tecnológico doméstico en materia de ingeniería de producto en los años iniciales de las historias de las empresas 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 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 conopolea 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”.²⁴

Con 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, 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 sesenta— y está claramente asociado a la construcción de una nueva planta fabril, a la incorporación de nuevo y mejor equipamiento (un nuevo torno copiado, una agujeradora radial, etc.) y, por sobre todo, a la gestación de una oficina específica 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 y reclaman un producto de mayor complejidad y sofisticación para un nuevo tipo de demandante.

En este caso específico —y en varios otros 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 empiezan a cumplir un papel de significación como inductor de la conducta innovadora por lo menos una década más tarde. En otros términos, y siempre con referencia al desarrollo inicial de la capacidad de ingeniería y al mayor esfuerzo relativo en diseño de producto que la misma parece haber implicado, 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 innovadora.

Pese a que la evidencia empírica disponible confirma el desarrollo más temprano de la ingeniería de diseño, también nos revela el alto grado de vinculación 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 algunos 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. Si bien la firma puede carecer durante sus años iniciales de un departamento técnico específico dedicado a ingeniería de producción —departamento que en muchos casos vemos surgir 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 antes no

²⁴ A. Castaño, J. Katz, F. Navajas, *op. cit.*, 1981.

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 específica dedicado a ello, es indefectible que reclamen 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, antes mencionado. Sin embargo, y en lo que hace a los determinantes y consecuencias de la apertura y diversificación del 'mix' de producción ofrecido 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 considerada, y, iii) el ingreso de nuevos competidores al mercado.

En este sentido, el material logrado revela que no es infrecuente la apertura de nuevas familias de productos²⁵ 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,²⁶ 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 de los establecimientos metalmeccánicas 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 implica el diseño de nuevos productos, el mejoramiento de la calidad en los ya conocidos y, finalmente, la ampliación del 'mix' ofrecido al mercado. Entre los determinantes de dicho temprano desarrollo 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' predominante en el mercado específico en que actúa la firma. 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 realizar inver-

²⁵J. Bertinski, "Innovaciones en productos y aprendizaje (El caso de una planta argentina de implementos agrícolas)", *Monografía de Trabajo Nº 43*, Programa BID/CEPAL/CHD/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, enero 1982.

²⁶M. Turkieh, "El cambio tecnológico en la industria venezolana de maquinaria agrícola. El caso de Rota Agro S.A. El caso de Tanapo S.A. El caso de Nardi C.A.", Programa BID/CEPAL/CHD/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina (mimeografiado), Buenos Aires, 1982.

siones físicas en planta y ciertos esfuerzos en materia de ingeniería de procesos, concomitantemente con los de ingeniería de diseño de producto. También sabemos, por último, 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. Se señaló ya que formas primarias de ingeniería de procesos generalmente aparecen desde el comienzo mismo de la actividad fabril aun cuando no exista un departamento formal encargado de ello. Sin embargo, lo que aquí interesa 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, por lo general parecen estar asociadas 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 'layout' de planta, la incorporación de nuevas calificaciones dentro del personal obrero y técnico, etc.

Tanto el equipamiento inicial, como el establecimiento fabril cuasiartesanal 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 casos estudiados, de nuevos mercados asociados a la instalación 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 que otorga la banca oficial, el recibo 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 de alcanzar o no 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,²⁷ gestándose así rasgos morfológicos del mismo que tienen amplias repercusiones de allí en adelante.

Son proverbiales durante esta etapa, además del rápido crecimiento del volumen físico de producción, los siguientes hechos: i) el mejoramiento 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 obrero y técnico, etc. Con respecto a dichos temas encontramos referencias explícitas en algunos de los estudios de casos efectuados por el Programa. Así, con relación a la planta de Zaccaria, escribe H. Nogueira Cruz: "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 in-

²⁷A. Castaño, J. Katz, F. Navajas, *op. cit.*, 1981.

tegración vertical. En 1944 establece su propia fundición y en 1945 crea su propia sección de trabajos de caucho”.²⁸

A su vez, A. Castaño y otros 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 destinado 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 entonces incorporado, las máquinas más importantes son: i) una rectificadora, que permite cuadruplicar 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 de modo sensible la calidad de los equipos fabricados, especialmente en la preparación de la bancada de los tornos paralelos.

Sorprende también que, dentro del equipamiento entonces incorporado, aparezca 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 así 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 descrita.

Pese a que, en función de dichos objetivos, el volumen físico de producción y la calidad del producto crecen significativa-

mente en el inicio de esta segunda ‘fase’, resalta el hecho de que por varios años la situación no parece reflejar un punto óptimo. Antes bien, la evidencia disponible revela que la ‘digestión’ plena de este proceso expansivo requiere 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:

“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 herramienta 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 se refiere a casi una década más tarde del momento del equipamiento a que se hizo mención en la primera parte del párrafo anterior).

En otros términos: el aumento en la escala operativa y la mejora de calidad del producto fabricado, implicados 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’. 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 herramienta complementario a los equipos centrales asociados a la expansión de planta, como así para el ins-

²⁸H. Nogueira da Cruz, *op. cit.* 1981.

trumental de control de calidad, etc. Otra parte del esfuerzo tecnológico local deberá provenir del departamento de organización y métodos —generalmente algo más adelante en la historia evolutiva del establecimiento 'tipo' aquí examinado— que deberá ocuparse de tiempos y movimientos, sistemas de incentivos sobre tiempos estándares, 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 empresarial como básicamente asociada a la expansión de la planta fabril; la que está lejos de ocurrir a base de un programa armónico. Y 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 dentro del 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 mexicano²⁹— necesariamente debe resultar distinta de la que ocurre 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 —Rota-Agro y Nardi— cuando, en 1978, deben afrontar una marcada contracción de demanda luego de haber finalizado sus respectivas expansiones fabriles.^{30 31}

²⁹ A. Mercado, "Estudio sobre la Empresa Chihuahua, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina" (mimeografiado), Buenos Aires, 1981.

³⁰ A. Castaño, J. Katz, F. Navajas, *op. cit.*, 1981. J. Berlinski, *op. cit.*, 1982.

³¹ M. Turkieh, *op. cit.*, 1982.

De todas maneras, 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 plantea su funcionamiento cotidiano y que dicho abordaje estará íntimamente relacionado, por una parte, con la dimensión, ritmo de incorporación y tipo de calificación de su personal técnico; y, por la otra, con la naturaleza de las actividades y subprocesos que desarrolla, los equipos que emplea, etc.

Tenemos la impresión de que dicha estrategia de abordaje va de lo simple a lo complejo, y desde las tareas '*machine-paced*' —o sea, aquéllas para 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 que aquí se postula.

La cuarta y última 'fase' de la secuencia evolutiva examinada implica 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 las '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.

En cierta forma dicho flujo de conocimientos técnicos es de naturaleza 'desincorporada', pero puesto 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 las 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 a su carácter secuencial —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 el mismo. Hemos mostrado que el desarrollo de la capacidad de ingeniería dentro 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 fa-

bril, lo tornan necesario. Ello permite a la empresa funcionar a base de un 'paquete' cada vez más sofisticado y específico de información técnica. Hemos indicado, también, que dicha sucesión de etapas reclama tiempo e implica 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 en el seno de los establecimientos fabriles estudiados. En función de los mismos hemos prestado menos atención a otro proceso, también secuencial, colateral al examinado, e íntimamente relacionado al 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 ámbito 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 tipos' pueden describirse a base de la información recogida en los distintos estudios de casos que sirven de fundamento al presente trabajo. El primero de ellos corresponde a aquellas situaciones en las que *inicialmente* predominó un régimen de monopolio. La industria automotriz, o algunas de sus ramas subsidiarias, es, 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 en 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 postguerra revelan una situa-

ción de este tipo en distintos mercados metalmeccánicos de Argentina y Brasil, en tanto que Perú y Venezuela muestran una evolución parecida sólo en las décadas de los años sesenta y setenta.

Dadas esas condiciones iniciales no debe sorprender el hecho de que la firma opere durante sus años iniciales con rentas anormalmente altas, sin que consideraciones de costos y/o calidad figuren en forma prominente 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' prevaleciente en la rama seguirán por caminos distintos, y ello tendrá consecuencias para la conducta tecnológica del sector. En caso de concretarse 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 elevada 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 en la práctica se plantee 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 mejoramiento 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 reflejará 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, cabe 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-precio de la demanda 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 el caso 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 se realicen 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 en el proceso productivo, o de permitir una mayor utilización de planta cuando la subutilización del equipo obedece a problemas técnicos, a desbalances interseccionales, etc.

Tal como antes se dijo, varias son las ramas de la industria metalmeccánica 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 tran-

siones 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' predominante 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, estarán 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. Surge 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 que permita 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 grado 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 carencia 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 puesto que hemos descrito la historia evolutiva del 'establecimiento tipo' como integrada por cuatro 'etapas' o 'fases' sucesivas, la segunda de las cuales implica la rápida expansión de la planta fabril, corresponde ahora indicar que este estadio inicial del mercado —donde predomina 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 innovador, 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 ya hemos visto, la expansión de la planta fabril implica tanto el aumento en el volumen físico de producción como la mejora de calidad, está última 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 por anticipado su expansión fabril. Por otra parte, y simultáneamente, la mejor 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 una parte, 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 ocurrió con 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; y esto es 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 Argentina³². Tercero, por la gradual difusión de información técnica en el seno de la rama, lo que paulatinamente erosionará las ventajas tecnológicas de la empresa líder. En particular aquéllas que no requieren nuevos equipamientos masivos habrán de difundirse al cabo de 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 dentro de la rama, etc.—, resulta razonable esperar que la presión competitiva aumente a través del tiempo. Así pues, por una parte, la morfología del mercado está llamada a cambiar al producirse la expansión de planta del productor más aventajado y, por otra, el 'clima competitivo' prevaleciente en la industria también lo hará en función de las variables ya mencionadas. A raíz de todo lo anterior, la situación inicial caracterizada por la presencia de diversos productores pequeños e indiferenciados, poco enfrentados a presiones competitivas regulares y sistemáticas, acaba con el correr del tiempo transformándose en una situación de oligopolio diferenciado, en varios sentidos semejante al caso ya 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 —incluidos 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 esfuerzos de ingeniería asociados a la calidad del producto o al grado de apertura del 'mix' de producción *vis à 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 predominante en el mismo.

Concluimos aquí nuestro examen de la relación que existe entre variables del mercado y conducta tecnológica de la firma individual. Hasta aquí 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/CHD/PNUD hemos tenido ocasión de registrar 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.

Los instrumentos de política económica destinados al manejo de la demanda agregada —cambiaris, 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) en todo el conjunto de la actividad económica seguramente desencadena una evolución de idéntico signo —aunque no necesariamente

³²J. Berlinski, *op. cit.*, 1982.

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 recurrir al lanzamiento de nuevos diseños de producto, relativamente menos sofisticados y de mayor universalidad en el uso.³³ Asimismo, otra respuesta típica de períodos recesivos consiste en reducir el coeficiente de subcontratación, volviendo a traer al seno de la firma subprocesos o actividades entregados a terceros en épocas de funcionamiento 'normal'.³⁴ Contrariamente a ello, la faz expansiva del ciclo —frecuencia asociada a políticas fiscales y crediticias que subsidian el equipamiento— parece vinculada 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 implique 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 corregir 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 ingeniería —diseño de productos, proceso e ingeniería de la organización— está llamada a cumplir un papel 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) 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 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 metal-mecánicas 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 del lote, etc. En este sentido, puede afirmarse que el aumento 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 implican la incorporación de equipos importados. En este sentido, son varias las consecuencias tecnológicas que hemos podido advertir en el curso de los estudios realizados. Por una parte, 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.³⁵ Al igual que lo que tuvimos oportunidad de ver en páginas anteriores con relación a la demanda de esfuerzos de ingeniería relacionados con la 'di-

³³ J. Berlinski, *op. cit.*, 1982. También A. Castaño, J. Katz, F. Navajas, *op. cit.*, 1981.

³⁴ J. Berlinski, "Innovaciones en el proceso y aprendizaje en una planta argentina de fundición", *Monografía de Trabajo Nº 45*, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, abril 1982.

³⁵ S. Jacobsson, "Technical Change and Technology Policy. The Case of Numerically Controlled Lathes in Argentina", *Monografía de Trabajo Nº 44*, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, marzo 1982.

gestión' 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 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 íntimamente asociada a esfuerzos de ingeniería hechos 'a medida' y en función de la especificidad de la planta que incorpora dichos equipos automáticos. El trabajo sobre Perkins Argentina ilustra sustantivamente sobre el tema de la 'digestión' del control numérico y los centros de mecanizado, aunque como es obvio no es el único caso dentro de la presente investigación.³⁶

Al margen de las políticas relativas al manejo de la demanda agregada existen otros muchos instrumentos de política pública que, de una u otra manera actúan sobre la conducta tecnológica empresarial, y afectan tanto el monto como la naturaleza de los esfuerzos de ingeniería encarados por una firma particular. Entre ellos, cabe mencionar a todos los instrumentos de tipo sectorial que

afectan: i) el ritmo de inversión; ii) el 'clima competitivo'; iii) el marco de regulación; iv) la mayor o menor facilidad para la captación de externalidades emergentes de esfuerzos públicos de IyD —realizados por universidades, laboratorios públicos,³⁷ etc.— prevalentes en un cierto mercado.

Como 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 dentro de una determinada firma industrial.

Cerramos aquí el presente capítulo destinado a examinar, 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 los dos siguientes —últimos del trabajo— emplearemos el material hasta aquí examinado como fundamento 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.

III

Protección, conducta tecnológica y 'etapas madurativas' en el área de la producción metalmeccánica latinoamericana

El material hasta aquí presentado describe una empresa 'tipo' y un escenario competitivo poco asimilables a las imágenes convencionales que suelen formarse a partir de los libros de texto. En la tradición neoclásica:

... "La firma es el principal actor productivo. Esta transforma *inputs* en *outputs* de acuerdo a una cierta función de producción. La

³⁶J. 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.

³⁷Con 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)" (mimeografiado), Buenos Aires, enero 1982.

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 tal en sus funciones de producción que la tasa de ganancia sea máxima, dadas la demanda del 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 escaso lugar para la incapacidad empresarial... para el enfrentamiento oligopólico. El progreso tecnológico, aun cuando suele admitirse como un factor primordial del crecimiento, es tratado de manera muy simple pues se ignora por completo la proposición schumpeteriana de que el progreso tecnológico y el equilibrio competitivo no pueden coexistir.³⁸

A diferencia de un mundo microeconómico tan estilizado, la evidencia empírica presentada sugiere que el sector metalmeccánico que estamos estudiando se caracteriza por: i) desequilibrios y períodos de 'digestión' de tales desequilibrios, más o menos prolongados y complejos en función del contexto macroeconómico general; ii) por firmas que se adelantan innovando y mejoran su posición relativa dentro del mercado, mientras otras fracasan y pierden terreno, o desaparecen lisa y llanamente; iii) por empresarios mejor informados o financiados que otros; iv) por estrategias tecnológicas diferentes, aun dentro de un mismo mercado —firmas que sistemáticamente innovan frente a otras que

sistemáticamente imitan; v) por elencos técnicos y de ingeniería de diferente calidad, y por sobre todo; vi) por 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 antes 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 ante todo construir una 'tipología de empresas' metalmeccánicas que nos ayude en la tarea de describir conductas diferenciales en el interior de estos mercados.

Los 'tipos ideales' de firma que surgen de nuestras exploraciones son varios y pueden describirse en función de los siguientes rasgos:

1. *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 el dominio de una cantidad de criterios extraeconómicos en su funcionamiento cotidiano, al menos durante las primeras dos o tres décadas de vida. Una elevada 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 parentesco en el caso de los empresarios inmigrantes,³⁹ dirección unipersonal con criterios paternalistas, etc., son todos rasgos típicos

³⁸R. Nelson, "Research on Productivity Growth and Productivity Differences, Dead Ends and new Departures", en *Journal of Economic Literature*, Nashville, Tennessee, septiembre 1981, p. 1031.

³⁹Un caso similar ha sido descrito en la bibliografía de años recientes con relación a los lazos extraeconómicos que subyacen bajo el movimiento de capitales, tecnología, etc., entre Hong Kong, Taiwán y China continental.

de este tipo de firmas, como ya se ha visto.

Quizás una visión algo más refinada de este 'tipo ideal' debería llevarnos a reconocer la existencia de 'momentos' o 'etapas' dentro 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 del incorporo de "la generación de los ingenieros, abogados y licenciados en administración de empresas"⁴⁰ 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 aguardar distintas respuestas frente a la toma de riesgo, frente a la evaluación relativa de lo técnico y mecánico *vis à vis* lo comercial y financiero, frente a la especialización en el mercado doméstico *vis à 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 por 'edad' o generación de los cuadros directivos sino por diferencias de comportamiento de firmas de este tipo relacionadas con el país donde 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 IyD; y iii) buscar el acceso a mercados internacionales.

Volveremos sobre estos temas algo más adelante cuando hagamos referencia a posibles acciones en el campo de la política pública.

2. La empresa subsidiaria de una firma extranjera.

Aun cuando los esfuerzos de mimetización con el medio local resultan obvios,⁴¹ 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 organizativo, etc., derivadas de su conformación como un apéndice de la firma matriz. Estas, que pueden constituir un importante activo cuando son bien empleadas, también pueden transformarse en trabas y restricciones de peso cuando no se comprende 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 prolongado y complejo cuanto más específico sea 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 por el reducido tamaño del mercado interno y la necesidad de diversificación que ello induce— han permitido un mal uso inicial de esta forma particular de organización del proceso productivo.

Además de las diferencias iniciales con respecto a la tipología antes examinada, también cuenta el hecho de que a través de los

⁴¹Dichos esfuerzos de mimetización fueron ya identificados 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 patrones locales". Véase, "Observações sobre a Mudança Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas do Brasil", *Monografia de Trabalho Nº 47*, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, mayo 1982, p. 35.

⁴⁰H. Nogueira da Cruz, *op. cit.*, 1981.

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 innovadora constituye un rasgo central del funcionamiento del mercado.⁴²

3. La empresa pública

Aunque no son muchos los casos de producción metalmeccánica a cargo de empresas públicas que tuvimos ocasión de examinar en el curso del presente Programa de Investigaciones resulta obvio que éstas configuran un 'tipo' empresarial distinto de los anteriores. Tal como lo sugiere, por ejemplo, el estudio de Forjas de Colombia⁴³ no es aventurado suponer que cuando 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 antes 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 antes atribuidas a dicho 'tipo' ideal. Otras —por ejemplo, la industria automotriz o la producción de tractores— albergan casi exclusivamente subsidiarias de empresas extranjeras y, por último, 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 entre empresas a base de 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 es probable que el funcionamiento real del mercado estará íntimamente asociado a tales diferencias.

Hasta aquí lo referente al tema de 'la' firma metalmeccánica tipo. Dudas igualmente serias aparecen cuando debemos introducir supuestos relativos a la función-objetivo de la firma —maximización de ganancias, margen de utilidades sobre costos, participación del mercado, etc.—, y al cariz de la competencia prevalente en el mercado. Mientras que con relación a este último tema hemos tenido ocasión de examinar en páginas previas el carácter cambiante del 'clima competitivo' predominante 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 que operan 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

⁴²Un ejemplo interesante de mayor agilidad innovadora 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*, Buenos Aires, Siglo XXI, 1974; y J. Katz, "Estudios de desarrollo e industria químico-farmacéutica", en *Desarrollo Económico*, V, 21, Nº 83, Buenos Aires, octubre-diciembre, 1981. También véase Helio Nogueira da Cruz, *op. cit.*, 1982, p. 23 y 24.

⁴³D. Sandoval y otros, *op. cit.*, 1982.

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 apenas permitiría a la empresa calcular algunos indicadores sencillos de costos y productividad horaria con los cuales moverse cotidianamente.

En síntesis, 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 dentro del sector, con objetivos, organización y restricciones diferentes, con diverso 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 a largo plazo de este sector productivo debería necesariamente incorporar.

A partir de este replanteo del marco conceptual dentro del 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 a 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, los rasgos que asume la competencia y lo que ahora sabemos acerca de las 'etapas' o 'fases' evolutivas del establecimiento metalmeccánico 'tipo', creemos conveniente volver al viejo —pero aún no resuelto— tema de la protección, las ventajas comparativas dinámicas y el patrón de industrialización. A nuestro juicio la evidencia empírica recogida nos permite decir algo novedoso respecto al tiempo que debe abarcar la protección, como así también en lo referente a los criterios con que debemos juzgar el proceso 'madurativo' de una firma o rama 'incipiente'.

Aun cuando la literatura reunida 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 países de menor desarrollo relativo (PMDR), 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 PMDR" (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).⁴⁴

Ahora bien, una vez admitida la premisa 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 esencia del argumento de la 'industria incipiente', tal como el mismo aparece en John Stuart Mill, y a partir de allí en toda la escuela clásica.⁴⁵ Abordaremos el análisis a partir de dos tipos de materiales: por un lado, los asociados al argumento teórico sobre protección, retornos a escala, etc., mencionados en nuestra cita anterior; y por el otro, la evidencia empírica recogida a lo largo del presente Programa de Investigaciones, la que será empleada como escenario de referencia de la discusión que sigue.

¿En qué condiciones se justifica prote-

⁴⁴Véase, de dichos autores, *Trade Policy and Development...*, *op. cit.*, 1978, p. 1-38.

⁴⁵En el curso de las páginas que siguen citaremos un trabajo inédito de Ricardo Soifer, quien examina con gran rigor el debate sobre protección e industria incipiente. Se trata de "Some Aspects of Trade, Development and Protection", 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 (reimpresión).

ger para provocar el desarrollo de una rama industrial? La respuesta de Mill habla de 'naturalizar' una industria extranjera. "Pero, esta industria debe adaptarse perfectamente a las circunstancias del país. Este último debe, preferentemente, ser un país joven y en expansión, y la protección debe ser transitoria. 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 centra en la experiencia y en el nivel de capacitación de sus individuos, de forma tal que la superioridad de uno y otro país sólo es cuestión de adquisición de tal experiencia o nivel de capacitación, proceso este último para el que se supone no median otros obstáculos que el costo del aprendizaje mismo".⁴⁶

¿Qué significa que una industria "se adapte perfectamente" a las circunstancias de un país? El trabajo antes citado de R. Soifer nos aclara 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 donde originalmente surgió.⁴⁷

Las páginas anteriores de este trabajo nos han ilustrado con abundancia 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 donde se pueden identificar plantas de producción continua, organizadas en 'línea' y altamente automatizadas, como así también 'talleres' de producción discontinua, que producen '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 llegado a saber que dicha industria se halla compuesta

de una extensa nómina de empresas de tipo familiar, sujetas a criterios específicos de racionalidad así como también de subsidiarias domésticas de empresas multinacionales que operan a base del 'paquete' tecnológico e informativo de la respectiva casa matriz, con un mayor o menor grado de flexibilidad y adaptación al escenario del país receptor. No vale la pena insistir aquí sobre otros rasgos estructurales de la industria metalmeccánica acerca de los cuales se ha brindado suficiente información en páginas anteriores.

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 empresariales 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 transcurso del presente Programa de Investigaciones nos ha permitido formular el concepto de 'etapas' o 'fases' madurativas' de una planta metalmeccánica 'tipo'. Pensamos que basándose en 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 clama la teoría recibida— por parte de una determinada empresa industrial (o rama productiva). Hemos argumentado que una 'secuencia madurativa' completa es la 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 para organizar y planificar la producción. Distintos estudios muestran que dicho proceso de maduración reclama el ingreso a la firma de un número importante de profesionales y técnicos de distinta espe-

⁴⁶ Mill, *op. cit.*, según R. Soifer, *op. cit.*, 1978.

⁴⁷ Mill, *op. cit.*, según R. Soifer, *op. cit.*, 1978.

cialidad y nivel de capacitación, los que van desde el ingeniero de diseño hasta el especialista en organización y métodos. Los mismos estudios muestran que muchas veces se requirieron 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 exitosos al recorrer el ciclo 'madurativo'. Están, por un lado, aquellas ramas metalmeccánicas donde la producción es continua y se encuentra 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 un resultado harto distinto cuando comparamos diferentes países: mucho más exitosas las brasileñas, 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 satisfacer órdenes individuales. Esta situación configura un caso distinto del anterior y por lo tanto el análisis de si se justifica o no proteger para permitir la gestación de la 'secuencia madurativa' interna debe realizarse recurriendo 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, que producen en 'pequeños lotes'. También estas situaciones reclaman un examen independiente de la razonabilidad o no de proteger el desarrollo doméstico de la industria, ya que 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 ante todo el caso de las ramas metalmeccánicas de producción continua. Se destaca aquí la situación brasileña. De los varios casos de producción en 'línea' estudia-

dos 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 el que prevalece en el mundo desarrollado; ii) han expandido dramáticamente sus esfuerzos de investigación y desarrollo acercándose en buena medida a la frontera tecnológica internacional; y iii) han aumentado significativamente sus exportaciones a mercados internacionales, compitiendo en forma activa en países del mundo desarrollado.

Tres aspectos parecen haber coadyuvado a que las firmas mencionadas alcanzaran mayor éxito relativo que firmas equivalentes del ámbito argentino, digamos Turri S.A. y Perkins Argentina, a título de ejemplo. Por un lado, el gran tamaño y dinamismo del mercado interno brasileño, la dimensión y sostenida tasa de expansión del mismo a lo largo de varias décadas (al margen de momentos de contracción temporaria) han permitido a las firmas contar con un amplio mercado interno protegido sobre el cual basar la expansión. Por otro, y esto quizás como consecuencia de lo anterior, en ambos casos encontramos una definida propensión a instalar plantas manufactureras de escala internacional —tendencia 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 cuya frontera tecnológica mundial no ha experimentado 'saltos' muy espectaculares durante 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 relación a establecimientos del

mundo desarrollado— para fabricar bienes metalmeccánicos cuya 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 la medida en que 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’⁴⁸ nuestro planteo del párrafo anterior supone como dado y constante el ‘estado del arte’ a escala internacional. Ahora bien, 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 a base de 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 en ‘línea’ del mismo no tiene por qué 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 brasileño, en tanto subsista la demanda (nacional o internacional) de 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 para ser 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 tecnológica 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 donde la firma revela haber recorrido con éxito las distintas ‘etapas’ o ‘fases’ de la secuencia ‘madurativa’— a los tornos a control numérico donde, en apariencia, la firma ha tropezado recientemente con dificultades tecnológicas que la llevaron a plantearse seriamente la necesidad de operar a base de 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 puede advertirse el caso es algo más complejo que el que plantea el argumento clásico. ¿Debe la sociedad encargarse de proteger una sucesión de ‘secuencias madurativas’ para 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 a otras preguntas a ella asociadas, volveremos en el último capítulo de trabajo, cuando hagamos referencia a temas de política pública.

Con relación a los otros casos aquí estudiados de producción metalmeccánica organizada en ‘línea’ —es decir, los casos no brasileños 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 se han visto aparecer y desarrollarse diferentes formas de ‘capacidad tecnológica doméstica’ —recuérdense, por ejemplo, los casos de Perkins Argentina o Sofasa, Colombia— al tiempo que también se

⁴⁸Véase, por ejemplo, M.C. Kents, “The Mill-Bastable Infant Industry Dogma”, en *Journal of Political Economy*, febrero, 1960. (Citado por R. Soifer, *op. cit.*, 1978).

ha visto crecer la capacidad exportadora —aunque 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 como propósito la satisfacción del mercado doméstico, ya sea por implicar 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 se sale de la producción continua, organizada en ‘línea’, y se pasa a examinar ‘talleres’ que producen en ‘pequeños lotes’ o ‘a pedido’, en órdenes individuales.

Considérese 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. Ya se ha visto antes que este género de industrias metalmeccánicas implica una mucho mayor heterogeneidad de productos, un papel mucho menos importante de las economías de escala alcanzables en el interior de la planta fabril, un cierto grado de ‘protección natural’ —emergente de la heterogeneidad del producto y de lo específico del demandante— etc. Es en este nuevo escenario donde debemos encarar el examen para saber si se justifica o no proteger en función de la probabilidad de ‘naturalizar’ esta forma específica de producción metalmeccánica 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 adquieren un papel crucial tanto el desarrollo de la ingeniería de diseño como la complejidad del equipamiento disponible. Se habla aquí, por ejemplo, de plantas metalmeccánicas 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 a base de la cual 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 metalmeccánicas de este tipo la posibilidad de ‘naturalizar’ la industria en el contexto latinoamericano depende decisivamente 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, y es su disponibilidad precisamente la restricción central para la implantación de este género de establecimientos metalmeccánicos.⁴⁹

⁴⁹Debe observarse que una tendencia contemporánea en plantas metalmeccánicas 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 donde rigen diferentes precios relativos de factores. Por otro lado, la incorporación del CAD suscita interrogantes referidos al tiempo requerido por la tarea de diseño y la incidencia que éste tiene sobre la capacidad competitiva de una firma dada. Por último, conviene tener presente que el CAD está ya comenzando su propio 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 (mimeografiado), 1981; y, “Trade in Technology. Who, What, Where and When?”, Institute of Development Studies, University of Sussex, Brighton, Sussex (mimeografiado), 1982.

Países como 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.

Otra observación adicional parece justificarse todavía 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, y es éste quien puede proporcionar un apoyo estable de demanda en función de la cual mantener en actividad 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 donde la producción de la región se organiza en 'pequeños lotes' y bajo la forma de 'taller', mientras que la producción de países desarrollados tiende —cada vez más— a organizarse en 'línea'. Como 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 por sí mismos compensar, total o parcialmente, las desventajas citadas previamente.⁵⁰ Nos referimos, por un lado, al ya mencionado grado de 'protección natural' que muchas veces puede 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 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.⁵¹

En algunas 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— puede dar por resultado una 'naturalización' exitosa de plantas metalmeccánicas de producción en 'pequeños lotes'. Véanse, por ejemplo, algunas de las plantas de maquinaria agrícola examinadas en el curso del presente Programa.

Por supuesto, no es una necesidad lógica que lo anterior ocurra. Dado que estamos hablando aquí de una diferencia relativa respecto a la función de producción de una planta organizada en 'línea' —que es la que opera en mercados del mundo desarrollado— allí donde la diferencia de economías de escala entre ambas organizaciones fabriles lo permita, es decir, en aquel tipo de industrias metalmeccánicas donde la misma no sea abultada⁵², no debe descartarse *a priori* la viabilidad de 'naturalizar' la industria en el contexto latinoamericano. E inversamente, donde la diferencia sea efectivamente abultada, intentar forzar la 'naturalización' de la industria a través de la protección puede conducir a una situación claramente subóptima desde el punto de vista social.

⁵¹E.A. Arn, *Group Technology*, *op. cit.*, 1975.

⁵²Debe tomarse en cuenta que aquí no estamos hablando sólo 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. 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 metalmeccánica. Véase S. Jacobsson, *op. cit.*, 1982, p. 351.

⁵⁰H. Pack, *op. cit.*, 1979.

En resumen: habiendo mostrado, por una parte, que 'la' rama metalmeccánica está formada al menos por tres segmentos distintos de industria —producción en 'línea', producción en 'lotes chicos' y producción por 'órdenes individuales' o 'a pedido'— y, por otra, que la factibilidad de 'naturalizar' una determinada rama de industria que permita 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,⁵³ hemos ofrecido evidencias empíricas como para avalar la idea de que, salvo ejemplos específicos inherentes al caso brasileño, donde el mercado doméstico ha permitido la implantación de ramas metalmeccánicas de producción en 'línea' con escalas operativas semejantes a las internacionales, las mismas implantadas en el resto de la región operan muy a la zaga de plantas equivalentes en el mundo desarrollado, de donde resulta difícil pensar que hubo una 'naturalización' exitosa de ese tipo de organización productiva. A di-

ferencia de ello, el éxito relativo del esfuerzo de 'naturalización' parece ser mayor en las ramas metalmeccánicas que producen 'órdenes individuales' o 'a pedido', y en aquellas otras que trabajan en 'series pequeñas', contrarrestando a base de un fuerte componente local de ingeniería de organización y métodos, las deseconomías de escala inherentes a esta forma de organización del proceso productivo.

Quizás lo más importante es haber mostrado que ninguna generalización que pretenda evaluar la conveniencia o no de proteger el desarrollo de la industria metalmeccánica y su 'naturalización' en el escenario latinoamericano, puede ser un juicio de carácter agregado y basarse en una especificación simplista de la función de producción, perdiendo así de vista la complejidad de cada situación particular.

El capítulo siguiente, último del presente trabajo, aborda sumariamente temas de política económica y tecnológica, e intenta reflejar, con trazos relativamente gruesos, algunos de los temas más importantes que han surgido durante la presente exploración.

IV

Industria metalmeccánica y política pública

A lo largo de las páginas anteriores hemos examinado diversos rasgos de conducta técnico-económica de cerca de una treintena de establecimientos metalmeccánicos activos en seis países latinoamericanos: Argentina, Brasil, Colombia, México, Perú y Venezuela. Y los mismos cubren los diferentes 'tipos' de organización productiva hallables en el interior del sector metalmeccánico, esto es, la producción masiva y en 'línea' de ítem altamente estandarizados, como son los automóviles y sus partes y subconjuntos; la fabricación de productos individuales 'hechos a me-

didá' 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 ítem tales como maquinaria agrícola o máquinas-herramienta.

Resumiendo brevemente algunos de los principales resultados obtenidos, digamos que la investigación ha puesto de manifiesto las enormes diferencias de conformación física y de conducta técnico-económica que median entre estos distintos 'tipos' de establecimientos metalmeccánicos. A su vez, el material recogido también revela la gran disparidad evolutiva observable dentro de América Latina, en lo que a producción metalmeccánica se refiere. En tanto que empresas de Argentina o Brasil muestran historias evolutivas

⁵³Hace ya varios años tuvimos oportunidad de presentar un 'modelo' de este tipo en J. Katz, *op. cit.*, 1974, cap. II.

de 30 ó 40 años, las plantas peruanas o venezolanas son de una juventud mucho mayor. A grandes rasgos resulta evidente 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 mencionados han permitido describir el proceso evolutivo de una planta metalmeccánica '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 implica 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. Se ha 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, como así 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 arriba mencionados— bien puede durar varias décadas y reclama necesariamente la incorporación a la firma de una amplia gama de profesionales y técnicos de distintas especialidades y niveles de calificación.

Aun cuando en la mayor parte de las empresas estudiadas hemos encontrado amplia evidencia que indica 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. Y 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 sólo la forma particular que haya adoptado el aprendizaje tecnológico local sino también, y muy fundamentalmente, el ritmo y la naturaleza del cambio tecnológico observado en la frontera tecnológica universal.

En otros términos, sólo algunos de los casos examinados parecen constituir ejemplos favorables al argumento de la 'industria incipiente' —esto es, al 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 en forma competitiva sin necesidad de protección sostenida a lo largo del tiempo.

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

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 aquí el efecto estático del mayor costo unitario de producción, sino que también emerge un efecto dinámico asociado al carácter 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 al mismo tiempo se em-

barcan 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 implicar coeficientes elevados de exportación—50% o más del valor de facturación— motivo por el cual la radicación de plantas de este tipo necesariamente debe ir acompañada de un 'paquete' amplio de medidas de política industrial que favorezcan—o al menos no desestimulen— la búsqueda de mercados internacionales.

El no contar con un mercado interno relativamente amplio que justifique la radicación de plantas de producción en 'línea' no constituye por supuesto prueba alguna de que otras producciones metalmeccánicas—órdenes individuales o 'pequeños lotes'—sean también 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 específico 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 constituir una opción digna de ser considerada por los países de mercado interno reducido pero con ventajas relativas en la disponibilidad de recursos humanos calificados, como pueden ser varias de las economías latinoamericanas.

Es obvio que una estrategia de este tipo debe complementarse con programas específicos referidos 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 me-

canizado, 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 al mismo tiempo dedicada al diseño, construcción y montaje de un reactor atómico para el Perú constituye una evidencia preliminar, pero sugestiva, en apoyo de la idea de que países como los mencionados, pueden operar con cierta ventaja en ramas metalmeccánicas por 'órdenes individuales'.

2. Duración del periodo 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 a largo plazo de capacidad competitiva autónoma—bien puede reclamar una etapa prolongada de subsidios, más prolongada, por cierto de lo que aparece sugerido en la bibliografía de años recientes.⁵⁴

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 su comportamiento errático y los cambios bruscos de dirección que sin duda conspiran contra los proyectos

⁵⁴Comentando la posición normativa de B. Balassa, escribe L. Westphal: "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 acordadas a los sectores industriales 'maduros'. Adicionalmente, dicha protección a la industria incipiente debe ser temporaria, sujeta a un calendario decreciente que alcanza el nivel del otro subgrupo en, digamos, cinco a ocho años". Véase, de dicho autor, "Empirical justification for infant industry protection"; trabajo que apareciera en *Trade, Technology, Equity and Stabilization in Latin America*, Moshe Syrquin/Simón Teitel (editores), Academic Press, Inc. Nueva York.

La cita de B. Balassa proviene de "Reforming the System of Incentives in Developing Countries", *World Development*, Vol. 3, 1975.

de lenta maduración como son muchos de los asociados a la inversión en planta industrial y al desarrollo de la capacidad tecnológica doméstica.

Una conclusión semejante es la alcanzada por J. Bhagwati y T.N. Srinivasan en el ya citado programa de investigaciones del NBER. Dicen dichos autores: "Parecería que el pasaje a una política de liberalización, y su posterior mantenimiento, resultan cruciales para alcanzar y poder mantener a través del tiempo un resultado exitoso en materia de exportaciones. Y por el contrario, amagos ocasionales de liberalización —pero no el mantenimiento de una política estable— darían lugar a una continua vuelta a fojas cero".⁵⁵

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. 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.⁵⁶

Parece intuitivamente claro que tanto una elección adecuada de ramas industriales a ser tratadas con preferencia, como el diseño 'a medida' de un calendario o cronograma óptimo de tasas de protección para las mismas, deben necesariamente descansar sobre una noción más o menos aproximada del 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 à 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.) y otros.

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

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

Son muchos y diversos los temas donde 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 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 su financiamiento, 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 metalmeccánica, así como en la difusión de información técnica dentro de las diversas ra-

⁵⁵ J. Bhagwati y T.N. Srinivasan, *op. cit.*, 1978, p. 16.

⁵⁶ Hemos presentado un modelo semejante en J. Katz, *op. cit.*, 1974.

mas que conforman dicho sector de actividad es relativamente poco, si se lo compara con lo que, en esta materia, gastan empresas y gobiernos del mundo desarrollado⁵⁷ o, incluso, de algunos de los países del sudeste asiático. Hemos observado que las firmas más exitosas de la muestra aquí examinada realizan gastos en IyD del orden de 5-7% sobre ventas.⁵⁸ 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 dicha cifra, o quizás 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 todavía amplio, justificándose plenamente una acción coordinada al respecto. Pese a que la información disponible en lo referente 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 válido plantear la conveniencia de un sustancial aumento del gasto público en esta materia.

Examinemos a continuación rumbos posibles, 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 evaluar nuevas tecnologías productivas y a difundir información técnica en el campo de la maquinaria agrícola. La organización y modo de funcionamiento de dicho centro nos resultan en extremo atractivos en la medida que los mismos podrían servir de modelo para el diseño experimental de 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.⁵⁹ CODEMA —Comisión 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”.⁶⁰ 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 orientan la innovación tecnológica en el seno de esta industria.

Creemos que acciones de este tipo —es decir, creación de centros sectoriales de evaluación tecnológica, elaboración de normas técnicas y difusión de información—, que requieren tanto una tarea de investigación aplicada y desarrollo experimental por parte del sector público como así también el establecimiento 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 metalmecánica.⁶¹

Además de la evaluación tecnológica y

⁵⁷ A título de ejemplo y pese a no constituir 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* Washington, National Science Foundation, US Government Printing Office, 1968.

⁵⁸ Véase, por ejemplo, H. Nogueira, *op. cit.*, 1982, cuadro C.1. p. 100.

⁵⁹ J. Berlinski, “Algunas notas...”, *op. cit.*, 1982.

⁶⁰ J. Berlinski, “Algunas notas...”, *op. cit.*, 1982, p. 4.

⁶¹ 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 durante las 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.

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 con otros aspectos tecnológicos donde 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. (Estos temas serán retomados algo más adelante.)

Por cierto que no es ésta la única forma de favorecer la difusión de información técnica dentro de una determinada rama productiva. En ciertas actividades —por ejemplo la producción agrícola—, el papel del extensionista es típicamente el de un agente difusor de información. Con pocas excepciones, dicho papel 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 relacionado con la producción industrial. Cierta evidencia empírica disponible —por ejemplo, lo que en distintas oportunidades hemos observado acerca de la repercusión que ejercen sobre la productividad global los miembros del servicio técnico de ventas de grandes empresas que visitan a sus firmas clientes para consolidar la posición comercial de sus respectivas empresas.⁶² 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 consiguiente 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, ya mencionado— o del aparato universitario, ha recibido escasa atención hasta el momento.

Otras formas de difusión de información técnica la constituyen las ferias y exposiciones industriales, las conferencias y reuniones sectoriales, las visitas programadas de plantas industriales de países del mundo desarrollado, la distribución masiva de información sobre 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 que 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 aquellos que hacen a la adaptación, optimización, etc., de tecnologías ya conocidas, y los 'mayores' o sea los que implican la exploración y el desarrollo tecnológico en campos de frontera. Con respecto a los primeros, hemos encontrado abundantes evidencias empíricas que muestran que el sector metalmeccánico privado de los mayores países latinoamericanos ha encarrilado en el pasado —y continúa haciéndolo en la actualidad— un vasto espectro de temas relacionados con: i) el diseño de nuevos productos; ii) el mejoramiento de calidad en productos ya conocidos; iii) el uso de nuevos materiales; v) 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; vii) la aplicación de métodos contemporáneos de ingeniería de organización como son los estudios de 'familias de piezas' y de racionalización del proceso productivo por 'grupos tecnológicos', etc.

Como es obvio no todas las empresas examinadas han cubierto cada uno de dichos capítulos tecnológicos, ni todas lo han hecho en el mismo nivel de excelencia, cuando lo intentaron. Justamente la idea misma de 'secuencias madurativas' que subyace a lo largo de todo el presente trabajo implica la noción

⁶²J. Katz y otros, "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 de 1978.

de diferencias evolutivas y de senderos tecnológicos muy diferenciados entre firmas, aun entre competidores cercanos. Una nómina de temas como la previamente sugerida y la noción de 'diferencias madurativas' mencionada, 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 impliquen la adecuación y optimización de tecnologías ya conocidas— a ser encarados por los distintos elencos de ingeniería de los establecimientos metalmeccánicos en actividad.

Tal como se manifestó previamente, mucho de este tipo de esfuerzos tecnológicos se está realizando hoy en día aun cuando sólo actúan incentivos fiscales convencionales o, en ciertos casos, ni siquiera proceden como mecanismos inductores. En general se trata de proyectos de investigación y desarrollo de alta rentabilidad privada⁶³ y de breve período de maduración, razón que hace evidente su atractivo. Ello no implica, sin embargo, que desde el punto de vista social no resultase conveniente inducir la expansión de los recursos que la sociedad como un todo dedica al tema. Tal cosa podría obtenerse 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 del tema tecnológico, se interesen gradualmente en el mismo. 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 adoptar 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 méto-

dos posibilitaría 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 en forma parcial, 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 prolongados, y que el tipo de recursos humanos y equipamiento necesarios para la tarea exploratoria se tornan más 'sofisticados' y complejos, tanto 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 con este motivo tuvieron 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', donde el objetivo de la política tecnológica debería ser el de conseguir que muchas y distintas empresas se vinculen a 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 técnico-profesional con el que se decide llevar adelante el programa. También a diferencia del caso anterior es éste un campo donde necesariamente deberá intensificarse el diálogo tecnológico entre el sector productivo y el aparato universitario dado

⁶³ 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.

que la necesidad de recursos humanos de alto nivel de calificación y una adecuada captación de las principales líneas de explotación 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 impulsar 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 resulta reflejada en lapsos inferiores a una década, o en períodos todavía más prolongados. El financiamiento y la acción directa del sector público en esta materia no sólo son aceptados sino abiertamente practicados por todas las naciones del mundo desarrollado.

4. Subcontratistas y provisión de insumos básicos

Reiteradamente nuestros estudios ponen de manifiesto la existencia de múltiples dificultades en materia de 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 frente a una falencia del mercado que debería ser corregida por vía de la acción pública directa.

A nuestro juicio, un esfuerzo orgánico en este sentido tendría que comenzar por 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 implica dificultades que de ninguna manera deben ser minimizadas. La presencia de rentas que derivan de la diferenciación de productos, de varios problemas 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 interempresarial y un calendario de estrecha colaboración con institutos tecnológicos del sector público parecen una condición *sine qua non* de todo progreso efectivo. En tal sentido, los centros sectoriales de evaluación de nuevas tecnologías y de difusión de información técnica, cuyo significado fue previamente examinado, 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 donde 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 objetivos obvios para incorporar a 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 de índole convencional, o acuerdos de carácter directo con los sectores empresariales afectados en su funcionamiento cotidiano pueden, en este plano 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 metalmeccánicas 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 metalmeccánico, 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 para 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 con frecuencia 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 de transición, evitar mediante acciones específicas los traslados de ineficiencias operativas originadas fuera de la rama metalmeccánica.

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, apenas ha comenzado a darse en el marco de la metalmeccánica latinoamericana. Dicha lentitud en el proceso de difusión obedece, en parte, a un problema de precios relativos, pero tampoco 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 empresarial.

Parece claro que a mediano plazo la industria metalmeccánica de la región no podrá quedar al margen de la revolución tecnológica que en esta materia y en estos momentos se está gestando en el escenario internacional, revolución cuyo epicentro está en la economía japonesa.⁶⁴

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 antes propuestos.

Parece importante observar aquí que parte considerable 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 que predomina 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 efec-

⁶⁴ "Durante los años ochenta presenciamos una revolución en los sistemas de producción a medida que un mayor número de establecimientos metalmeccánicos incorpore 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 donde 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 metalmeccánica.

to muy positivo sobre el ritmo de difusión de la tecnología de comando numérico a través del sector metalmeccánico 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 a través de una legislación específica que estimule la inversión en equipamiento mediante ventajas impositivas, crediticias, etc., el tema de los recursos humanos calificados necesarios para operar dicho equipamiento moderno implica tanto su formación a escala de la sociedad en su conjunto, como la preparación no formal efectuada muchas veces por el establecimiento fabril particular. Con referencia a la capacitación en el trabajo, y tal como lo sugerimos en relación con 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 actualización periódica y otras erogaciones semejantes encaradas por la firma individual.

Si pasamos ahora al segundo de los temas aquí examinados, esto es, formación de recursos humanos calificados a escala de la sociedad en su conjunto, se torna de inmediato evidente que el espectro de problemas implicados es amplio y deberá ser objeto de un programa de acción particular que abarque desde el gasto en sí que la sociedad realiza en educación y capacitación en las diversas profesiones y especialidades asociadas a la producción metalmeccánica, hasta el contenido 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 de colaboración en materia de investigación básica y aplicada entre profesionales del sector universitario y personal de empresas públicas y privadas del sector metalmeccánico, etcétera.

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 hasta la N°36 corresponden a la primera fase de dicho Programa y por no tratar el tema del sector metalmeccánico no fueron incluidas en el siguiente listado.

- 37 – Staffan Jacobsson, *The Use and Production of Numerically Controlled Machine-Tools in Argentina*. (Diciembre 1980.)
- 38 – A. Castaño, J. Katz, F. Navajas, *Etapas históricas y conductas tecnológicas en una planta argentina de máquinas-herramienta*. (Enero 1981.)
- 39 – Hélio Nogueira da Cruz, *Evolução Tecnológica no Setor de Máquinas de Processar Cereais. Um Estudo de Caso*. (Julio 1981.)
- 40 – Julio Berlinski, *Productividad, escala y aprendizaje en una planta argentina de motores*. (Agosto 1981.)
- 41 – M. Ramírez Gómez y José Leibovich G., *Cambio tecnológico en la firma Distral S.A. fabricante de calderas y equipos de presión*. (Agosto 1981.)
- 42 – D. Sandoval, M. Mick, L. Guterman, *Análisis de la trayectoria de una planta automotriz en Colombia: El caso de Sofasa*. (Noviembre 1981.)
- 43 – Julio Berlinski, *Innovaciones en productos y aprendizaje (El caso de una planta argentina de implementos agrícolas)*. (Enero 1982.)
- 44 – Staffan Jacobsson, *Technical Change and Technology Policy. The Case of Numerically Controlled Lathes in Argentina*. (Marzo 1982.)

- 45 – Julio Berlinski, *Innovaciones en el proceso y aprendizaje en una planta argentina de fundición*. (Abril 1982.)
- 46 – Marcos Eugenio da Silva, *Inovação Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas Brasileiro - Um Estudo de Caso*. (Mayo 1982.)
- 47 – H. Nogueira Cruz, M. E. da Silva, L.A. Gunnar Hugerth, *Observações sobre a Mudança Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas do Brasil*. (Mayo 1982.)
- 48 – Julio Berlinski, *Cambio en la información técnica y aprendizaje en una planta argentina de motores*. (Junio 1982.)
- 49 – D. Sandoval, L. Jaramillo, *La industria de máquinas-herramienta en Colombia. Estudio de una firma productora de tornos y otras máquinas para trabajar metales*. (Junio 1982.)
- 50 -- D Sandoval, M. Mick, L. Guterman, L. Jaramillo, *Análisis del desarrollo industrial de Forjas de Colombia, 1961 - 1981*. (junio 1982.)