

BID
Banco Interamericano
de Desarrollo

CEPAL
Comisión Económica
para América Latina

CIID
Centro Internacional de
Investigaciones para el Desarrollo

PNUD
Programa de las Naciones Unidas
para el Desarrollo

Programa de Investigaciones sobre
Desarrollo Científico y Tecnológico
en América Latina

Monografía de Trabajo N° 61



EL CAMBIO TECNOLÓGICO EN TRES
PLANTAS METALMECÁNICAS MEXICANAS

Alfonso Mercado
Aída Mateos
Jesús Aristy
Antonio Juárez
Patricia Toledo

Distribución
RESTRINGIDA
Octubre 1982
ORIGINAL: ESPAÑOL

Alfonso Mercado es Licenciado en Economía (Universidad Autónoma de Nuevo León, México) y Maestro en Economía (University of Sussex —M.A. Development Economics— y El Colegio de México). Fue coordinador del proyecto "El cambio tecnológico en algunas industrias del sector metalmeccánico en México" (CATMEX) en El Colegio de México, de 1979 a 1982. Aida Mateos es Licenciada en Economía (Universidad Autónoma Metropolitana, México) y participó en el proyecto CATMEX como Investigadora de Tiempo Completo. Jesús Aristy es pasante de Licenciado en Economía (Universidad Nacional Autónoma de México) y participó en el proyecto mencionado como Investigador de Tiempo Completo. Antonio Juárez es pasante de Ingeniero Mecánico Industrial (Universidad Nacional Autónoma de México) y participó en el proyecto referido como Investigador de Tiempo Completo. Patricia Toledo es Licenciada en Economía (Universidad Autónoma Metropolitana) y participó en el proyecto CATMEX como Investigadora de Tiempo Completo.

Mediante un convenio entre el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y El Colegio de México, el proyecto CATMEX participó en el programa BID/CEPAL/PNUD/CIID de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina. Esta monografía fue financiada a través del convenio mencionado entre el PNUD y El Colegio de México.

Se presentaron informes preliminares de estos casos de estudio en la Tercera y la Cuarta Reuniones Regionales del Programa, efectuadas en El Colegio de México, en 1980, y el Banco Interamericano de Desarrollo (Washington, D.C.), en 1981, respectivamente. Los autores desean agradecer los útiles comentarios que recibieron de los investigadores y asesores integrantes del Programa, en tales ocasiones. En especial, agradecen los valiosos comentarios y sugerencias detalladas de los Sres. Jorge Katz, Director del Programa BID/CEPAL/PNUD/CIID, Larry Westphal, Hugh Schwartz, Gerard Boon y Máximo Montoya. Agradecen también el apoyo e interés recibidos del Sr. Víctor L. Urquidí, Presidente de El Colegio de México, para llevar a cabo estos estudios de casos. También desean expresar su agradecimiento al personal directivo y técnico de las empresas estudiadas, por su atenta y valiosa cooperación en este tipo de investigaciones.

Los puntos de vista contenidos en esta monografía expresan exclusivamente la opinión de los autores.

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

INDICE

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
INTRODUCCION.....	1
I. EL CASO DE LA EMPRESA A, PRODUCTORA DE INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	5
1. Origen de la empresa y su tecnología.....	5
2. El desempeño económico de la empresa.....	5
3. Etapas históricas y conductas tecnológicas.....	8
3.1 Etapa de fracasos (1959-1971).....	8
3.2 Etapa de expansión (1972-1980).....	13
4. Conclusiones.....	23
II. EL CASO DE LA EMPRESA B, FABRICANTE DE PRENSAS Y GUILLOTINAS.....	27
1. Etapa artesanal (1959-1963).....	27
2. Etapa de empresa industrial y subsidiaria de una firma extranjera (1964-1977).....	30
3. Etapa de empresa industrial nacional (1978-1980).....	38
4. Características del proceso productivo.....	44
5. Características de la organización de la empresa.....	45
6. Conclusiones.....	46
III. EL CASO DE LA EMPRESA C, PRODUCTORA DE ARTICULOS FUNDIDOS Y FORJADOS.....	49
1. Origen y crecimiento del taller de forja.....	49
2. Cambios en el equipamiento y "skills".....	52
3. Ajustes tecnológicos en forja.....	54
4. Conclusión.....	57
IV. CONCLUSIONES.....	59
REFERENCIAS.....	63

2000

2000

2000

INTRODUCCION

En esta monografía se examina el desarrollo de tres empresas metalmeccánicas Mexicanas y su cambio tecnológico. Dos de ellas producen bienes de capital y la otra, bienes intermedios. Dado que los gerentes de las firmas estudiadas pidieron un tratamiento confidencial a la información proporcionada, hemos omitido su nombre, y presentamos los datos en números índice o porcentajes.

La empresa que identificamos como "A", produce equipo de proceso y fué creada por una firma transnacional, pero posteriormente fué nacionalizada. Después de sobreponerse de una crisis, en la que modificó su mezcla de productos, se consolidó en el mercado nacional, liderándolo, y ha exportado en los últimos años —incluso a Estados Unidos. Recientemente, ha tenido un crecimiento "corporativo", creando otras empresas filiales, incluyendo una sucursal en Venezuela. Pasó de ser receptora de tecnología a exportadora. Aunque no ha generado innovaciones mayores, ha llegado a dominar y ofrecer tecnología.

La segunda firma estudiada, la "B", fabrica máquinas-herramienta de deformación. Fué fundada por un técnico, asociado a un empresario con capital nacional. Posteriormente fué comprada por una empresa norteamericana y luego, por un grupo de inversionistas nacionales. La empresa desarrolló diseños propios, comercializándolos; incorporó microprocesadores a sus productos, e hizo cambios importantes en su proceso de producción.

La última empresa estudiada en este trabajo, la "C", funde varilla corrugada para la industria de la construcción y forja principalmente autopartes. Su planta de forja tuvo un crecimiento rápido y poco armónico, estimulado por un "boom" automotriz local. Sus constantes expansiones generaron una serie de requerimientos tecnológicos para resolver frecuentes y diversos problemas asociados al proceso productivo y a la organización del trabajo. Tuvo que importar asistencia técnica y aumentar sus "skills" ingenieriles. Estas dificultades para "digerir" su crecimiento han podido ser resueltas con base en tal estrategia de abordaje, y su personal técnico parece haber ganado cierta capacidad tecnológica para la solución de tales problemas (cuellos de botella, reorganización del recorrido de materiales y planificación de la producción). Hoy, la empresa es la principal fabricante de bielas en el país y cubre casi la totalidad del mercado interno (surte a seis productores de motores automotrices).

Sin duda, los tres casos presentan características de interés analítico. Se trata de empresas metalmeccánicas que han superado diversos problemas, han madurado y han alcanzado éxito en el mercado Mexicano (una de ellas ha logrado cierto éxito en el continente Americano).

Dado que el estudio trata sobre tecnología y su cambio en el tiempo, a nivel específico de planta industrial, es menester explicar la concepción que tenemos acerca de tales términos. Concebimos la tecnología como un conjunto de conocimientos técnicos destinados a utilizarse en la producción de bienes y servicios en una economía.^{1/} Estos conocimientos se refieren a dos grandes esferas de

^{1/} Esta es la definición convencional en el medio académico. Véase, por ejemplo, Ch. Cooper y F. Sercovich, The Channels and Mechanisms for the Transfer of Technology from Developed to Developing Countries, Ginebra, UNCTAD, TD/AC.11/5, 1971, v A. Castaño, J. Katz y F. Navajas, Etapas históricas y conductas tecnológicas en una planta Argentina de máquinas-herramienta, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 38, Buenos Aires, 1981.

acción: La del producto y la del proceso.

La tecnología de producto la referimos al conocimiento o la información que sirve para determinar los atributos y las características físicas del producto. Comprende información sobre diseño, desarrollo de productos, preparación de prototipos, standarización de productos, etc. En la medida que la tecnología de producto es capaz de diferenciar bienes, generar patentes y crear monopolios, puede tener una función y un valor económico importante.

La tecnología de proceso se compone de conocimientos técnicos acerca de cómo se transforma el material, desde la materia prima hasta el producto, cómo se maneja la maquinaria y el equipo y cómo se organiza el trabajo en la secuencia de transformación. En la industria metalmeccánica, consta de conocimientos sobre ingeniería mecánica (matricería, maquinado, ensamble, tolerancia de materiales), ingeniería metalúrgica, ingeniería industrial, técnicas de control de calidad, técnicas de tratamiento químico de metales, etc. La tecnología de proceso puede hacer posible que una empresa produzca bienes y servicios a costos unitarios inferiores al precio del mercado y logre ganancias. En este sentido, puede ser vista como un bien económico con valor de uso para la empresa.

El cambio tecnológico lo referimos a cualquier modificación ocurrida en los dos tipos de tecnología definidos, a nivel de empresa; independientemente de si tal cambio es o no novedoso en el ámbito nacional o internacional.

La preocupación principal de los estudios de casos en esta monografía es la de examinar en detalle la conducta tecnológica de las empresas investigadas, partiendo de la idea de que la selección de una tecnología inicial y sus subsecuentes modificaciones en el transcurso del tiempo, se hallan íntimamente relacionadas con el desempeño económico de la firma (su margen de utilidades, su productividad laboral, su participación en el mercado, su tasa de exportaciones con respecto a las ventas, etc.). Vemos el proceso tecnológico en la evolución de las empresas seleccionadas, como resultante de una compleja gama de variables. Algunas de tales variables se asocian a la propia historia técnico-económica de cada firma en particular; otras, a la estructura y el dinamismo del mercado en que ella actúa; otras, al ambiente macroeconómico en el que se desenvuelve, referido a los insumos básicos, la disponibilidad de trabajo calificado y, en general las condiciones económicas globales del país y del mercado internacional que la pueden afectar. Es decir, el cambio tecnológico de las empresas a estudiar parece tener importantes influencias derivadas de variables específicas e idiosincráticas de cada planta fabril, por un lado, y de factores menos específicos, por otro lado. También concebimos el proceso del cambio tecnológico a nivel micro-económico, como un proceso secuencial, compuesto de etapas madurativas, las cuales están asociadas a condiciones técnico-económicas diferentes.

El material empírico que será explorado en los siguientes capítulos, permite explorar estos rasgos del cambio tecnológico. En particular, interesa considerar los siguientes temas de estudio, a la luz de esta evidencia.

Primero, interesa entender cómo y porqué surgen estas empresas metalmeccánicas Mexicanas. La decisión particular de los accionistas fundadores pudo ser estimulada por un clima de sustitución de importaciones y estímulos fiscales, ó por la magnitud y ritmo de crecimiento de la demanda, o por la racionalidad expansiva

del capital transnacional, o por falta de oferta interna, etc. Vemos que el origen de las empresas estudiadas se debió a diferentes combinaciones de tales razones, con una importancia relativa distinta en cada caso. Ello plantea un tipo de arranque diferente, con repercusiones importantes en la historia de cada firma, tanto en su desempeño económico, como en su conducta tecnológica.

Otro tópico de análisis que será abordado, se refiere al cariz "idiosincrático" de la tecnología de las empresas estudiadas, durante un tiempo —relativamente largo— y a una reciente tendencia de incorporación de rasgos técnicos de la frontera tecnológica. El origen de la empresa puede tener rasgos peculiares, así como sus cambios en el transcurso del tiempo, diferentes a los rasgos de las plantas metalmeccánicas Europeas, Norteamericanas o Japonesas. En los primeros años de actividades de las empresas estudiadas, ellas produjeron a pedido, afrontaron dificultades financieras, tuvieron problemas de escasez de materia prima y utilizaron un "lay out", un conjunto de maquinaria y equipo y un grupo de trabajadores y técnicos distintos de las plantas de países avanzados. Las condiciones particulares de la demanda, de la oferta de materia prima del capital y de "skills", explican en gran parte el arranque de operaciones con una tecnología de características idiosincráticas.^{2/} Las modificaciones que las empresas Mexicanas investigadas fueron haciendo en el paquete tecnológico, a lo largo de su historia, generalmente son también peculiares. Pero la tendencia reciente parece indicar que las plantas estudiadas se van asemejando cada vez más a las de los países avanzados, conforme van creciendo y madurando. Por lo tanto, no debe resultar sorprendente encontrar en tal evolución una etapa de cambios tecnológicos idiosincráticos y otra de mejoras técnicas similares a las de las plantas de los países más desarrollados. De ambas etapas se generan efectos importantes. Por un lado, las empresas que llegan a conformar una tecnología alternativa con características peculiares y adecuadas al ambiente de subdesarrollo en que se desenvuelven, pueden comercializarla entre empresas de otros países en vías de desarrollo.^{3/} En la oferta de tecnología para áreas subdesarrolladas, las empresas referidas pueden tener ventaja sobre otras de países avanzados, porque su versión peculiar es más "adecuada". Por otro lado, las firmas estudiadas, cuando tienden a parecerse tecnológicamente a las de países industrializados, pueden ofrecer productos con calidad y precio competitivos en el mercado internacional, y exportar bienes con relativo éxito.

Otro tema de análisis que interesa ilustrar se refiere a la influencia que pueden tener el tipo de competencia en el mercado en que ha operado cada empresa estudiada, y la protección que haya tenido con respecto a la oferta externa, sobre su respectiva conducta tecnológica. Si las firmas estudiadas tuvieron por un tiempo un monopolio y fueron protegidas con aranceles o licencias de importación, se espera que la demanda tuvo poca fuerza para inducir innovaciones de producto y que la propia empresa no tuvo presión alguna para

2/ Véase R. Nelson, Innovation and Economic Development: Theoretical Retrospect and Prospect, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 31, Buenos Aires, 1979. También véase J. Katz, A List of "Main Issues" Emerging from recent Research on Science and Technology in the Framework of the IDB/ECLA/UNDP/IDRC Programme. 1982 (mimeo).

3/ J. Katz (1982), ob cit.

mejorar su organización fabril, las habilidades del trabajo ni su equipamiento con vistas a reducir costos unitarios. Se espera que en tales condiciones, principalmente los propios retos de expansión o de exportación que la misma empresa se fije, son los estímulos que ella pueda tener para modificar el "paquete" tecnológico, en el área del producto o en el del proceso. Pero, si las imperfecciones del mercado han tendido a reducirse, o la protección ha disminuido, se espera que la demanda tenga un rol más activo en inducir innovaciones. ^{4/}

Además de otros tópicos de estudio —tales como el papel que la participación del capital transnacional, o estatal o el privado nacional en la propiedad de las empresas estudiadas, tiene en su desempeño económico y su cambio tecnológico; o la función de la firma de ingeniería en el mercado de equipos de proceso y su impacto en las decisiones tecnológicas de la empresa fabricante de intercambiadores de calor (firma "A")— dedicaremos especial atención a un fenómeno de desbalances técnicos y subsecuentes decisiones tecnológicas para abordar constantes problemas ingenieriles, todo ello generado por un rápido crecimiento de algunas plantas metal-mecánicas (particularmente la firma "C"). ^{5/} El tamaño que vaya logrando la escala productiva y la velocidad a la que crezca están bien vinculados al marco macro-económico en el que opera la empresa. ^{6/} Dependiendo de las decisiones de inversión en equipamiento y de la forma en que se resuelven los cuellos de botella internos, la empresa puede consolidarse en el mercado creciente y lograr un aprendizaje tecnológico progresivo.

La participación de los autores en esta monografía es como sigue. Alfonso Mercado coordinó los tres estudios de casos presentados en los primeros tres capítulos, se responsabilizó de su redacción final y desarrolló la introducción y las conclusiones. Patricia Toledo investigó e hizo un borrador del capítulo sobre la empresa fabricante de intercambiadores de calor; Aída Mateos hizo lo mismo con respecto a la planta de prensas y guillotinas; Antonio Juárez y Jesús Arísty, el capítulo sobre la fábrica de fundición y forjas. El esfuerzo de investigación hecho comprendió la gravación de una serie de entrevistas efectuadas a directivos y técnicos de las empresas, la aplicación de cuestionarios, el recorrido de plantas, la compilación de folletos y memorias de la historia de las empresas, la recabación de datos estadísticos sobre las mismas, así como la consulta de anuarios estadísticos, censos, artículos técnicos, etc.

^{4/} Ibid.

^{5/} J. Katz identifica este fenómeno como un proceso de "digestión" de la expansión acelerada. Véase J. Katz, Cambio tecnológico en la industria metalme-cánica Latinoamericana, Programa de investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 51, Buenos Aires, julio de 1982,; pág. 43.

^{6/} Ibid.

I. EL CASO DE LA EMPRESA A, PRODUCTORA DE INTERCAMBIADORES DE CALOR.

1. Origen de la empresa y su tecnología.

La empresa se fundó en 1959, en la ciudad de México, por decisión de otra empresa norteamericana dedicada a la investigación, diseño, construcción e instalación de equipos termodinámicos. La empresa extranjera intentaba cubrir el mercado mexicano de intercambiadores de calor, particularmente para las ramas petrolera, petroquímica, eléctrica y química, por la vía de la creación de una filial en territorio mexicano. El mercado local tenía el suficiente atractivo para motivar tal decisión. En particular, la industria petrolera estaba creciendo a tasas elevadas y crecientes a fines de los cincuentas. De 1956 a 1957 creció en 13% y de 1958 a 1959, en 18%. La industria mexicana como un todo creció en 11% y en 6% respectivamente en tales períodos. 1/

La firma surgió, por lo tanto, como una filial de un grupo corporativo internacional. Su tamaño inicial se estima que fue relativamente grande, en el contexto industrial mexicano de la época. Su capital social original fue de 12.5 millones de pesos, ligeramente inferior al de otras fábricas metalmeccánicas grandes en esos años (como FAMA, de Monterrey, N.L., por ejemplo). En sus primeros años de actividades estimamos que ocupó unas 200 personas. La historia de la firma estudiada no pasó por una etapa "artesanal", ni pre-fabríl, ni informal de taller pequeño; sino al contrario, arrancó siendo un establecimiento formal de capital extranjero y entró de lleno a la producción de bienes de capital, con el uso de tecnología extranjera.

En las condiciones en que nació, la empresa tuvo acceso inmediato a la información técnica, la capacitación, y el asesoramiento de la matriz. Tanto la aplicación de rutinas de trabajo en el maquinado y ensamble de equipos, como la instalación de la maquinaria (de segunda mano) estuvo a cargo del personal del grupo corporativo. Las gerencias y asesorías ocupaban a unas 30 personas enviadas por la matriz. En pocas palabras, el paquete de la tecnología total provino completamente de la casa matriz. Además, las decisiones de administración, mercadotecnia, relaciones laborales, compras, etc. eran tomadas en el marco del corporativo.

2. El desempeño económico de la empresa.

En el cuadro 1 y el gráfico 1, se aprecia que la firma ha pasado por una serie de altibajos. En particular, el período comprendido entre 1959 y 1971 fue muy inestable. A partir de 1972, la expansión de las ventas a precios constantes presentó tendencias relativamente más definidas hacia la alza. Los vaivenes del primer período correspondieron a altibajos en la expansión de la industria petrolera y petroquímica, principales usuarios de los productos de la empresa. Entre 1961 y 1965 la tasa media anual de tales industrias fue de 6%, inferior a las tasas registradas a fines de los cincuentas (entre 1961 y 1962, fue de 3%). 2/ Tal desaceleración no correspondió a las predicciones en las que se

1/ Datos de Nacional Financiera, Informe anual, Correspondiente a 1961. México, D.F., 1962 (cuadro 1).

2/ Banco de México, Estadísticas de la oficina de Cuentas de Producción, CP (E) 77/22, México, D.F., 1977.

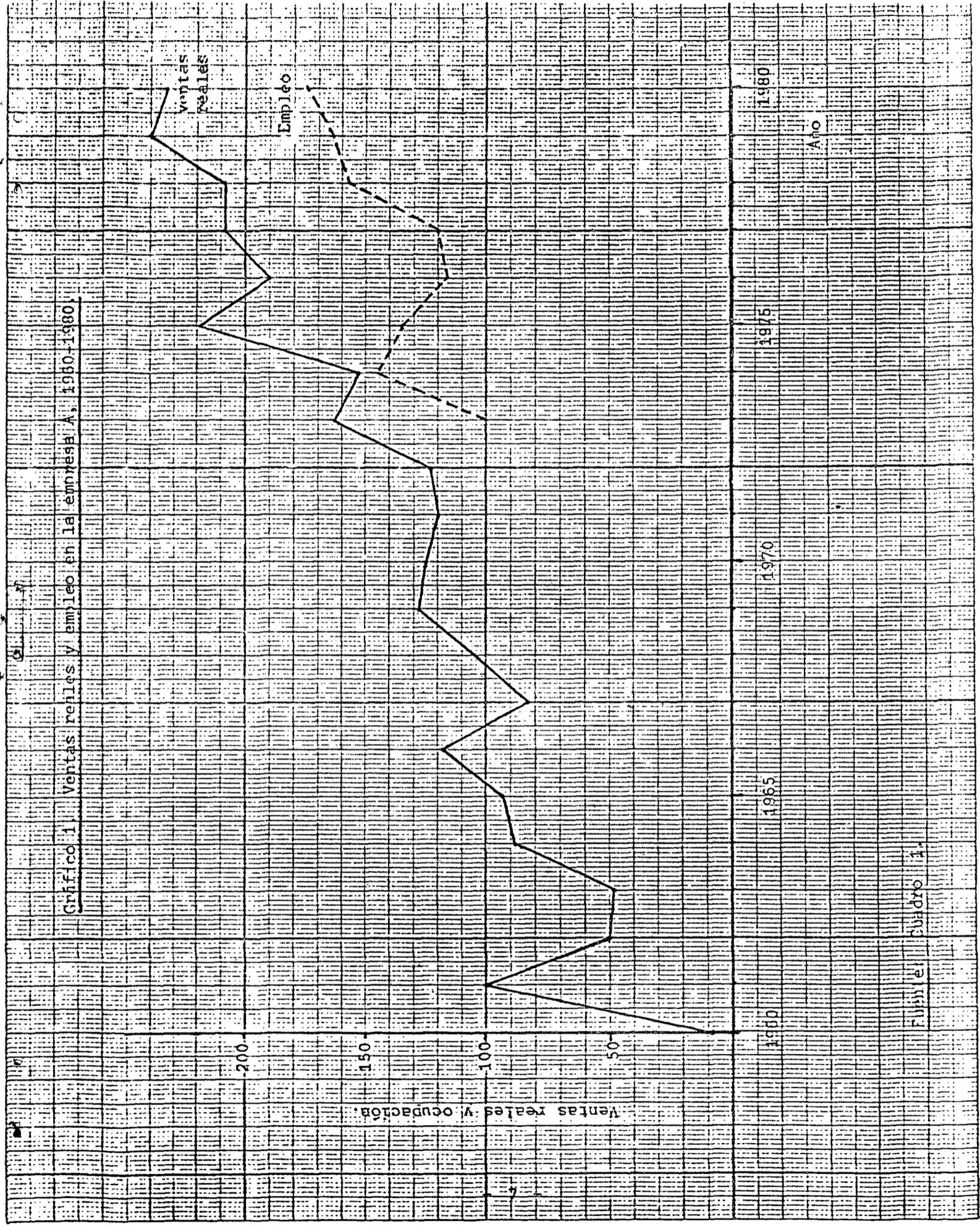
Cuadro 1. Indicadores del crecimiento de la empresa A, 1960-1980.

(índices)

Año	Ventas a precios constantes	Empleo	Stock de capital a/ a precios constantes
1960	8	ND	100
1961	100	ND	80
1962	50	ND	74
1963	48	ND	92
1964	88	ND	91
1965	93	ND	85
1966	118	ND	69
1967	83	ND	61
1968	105	ND	55
1969	128	ND	59
1970	125	ND	49
1971	120	ND	40
1972	123	ND	34
1973	163	100	33
1974	153	145	47
1975	218	135	48
1976	190	116	31
1977	208	120	34
1978	208	157	50
1979	240	164	72
1980	233	175	103

a/ Valor presente de la maquinaria y el equipo, según la fórmula $K_t = I_t + (1-d)K_{t-1}$, donde K_t es el valor de la maquinaria en el año t , I_t es el valor de la maquinaria adquirida en el año t y d es la tasa anual de depreciación, fijada en 8% anual. Véase el apéndice A-1 de A. Castaño, J. Katz y F. Navajas (1981).

Fuentes: Elaboración propia, con base en datos proporcionados por la empresa y aplicando índices de precios. Para las ventas, se utilizó el índice de precios implícitos del PIB del Banco de México, para el período de 1960 a 1970, de la clase 3616 denominada "producción de otras máquinas y conjuntos mecánicos", según estadísticas del documento CP(E) 77/22, y el índice de precios implícitos del valor agregado de la Dirección General de Estadística, para el período 1971-1980, del subgrupo 5182 denominado "otra maquinaria y equipo" (disponible en hojas mecanografiadas). Para deflactar el valor del stock de capital se aplicó el índice implícito de precios de las importaciones de maquinaria industrial calculado a partir de datos publicados en varios números de la revista Comercio Exterior, de 1959 a 1965 y de 1971 a 1981, y del Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, de 1966 a 1970.



Fuente: Cuadro 1.

basó la creación de la empresa. Además, en esos años se fundó otra, en Veracruz, que también empezó a fabricar recipientes a presión e intercambiadores de calor. Esto ocurría sin que el mercado interno fuera protegido rigurosamente (como lo estaba siendo para otros productos de consumo) y se aceptaban importaciones. Como consecuencia de estas dificultades de mercado, la empresa decidió cambiar su "mix" de productos. Esto, amén de que la producción de intercambiadores de calor es altamente heterogénea, hace improcedente un análisis del cambio en la productividad. La relación ventas reales por trabajador o toneladas por trabajador arroja fluctuaciones anuales hacia arriba y hacia abajo y se refieren a diferentes productos. Pero los datos presentados permiten ver la historia de este caso como una correspondiente a dos etapas. Una de altibajos y otra de tendencia expansiva.

Por otro lado, hacia fines de los setentas la empresa empezó a exportar, logrando un cociente de exportaciones por ventas cercano al 10%. También en tal década, surgieron otros competidores (Nacional Financiera enlista a siete ^{3/}), y en tal contexto, la empresa ha sido líder local, cubriendo alrededor del 50% del mercado. Estas consideraciones sugieren que, después de un período de vaivenes, la firma finalmente logró tener éxito. En la siguiente sección exploraremos lo que ocurrió detrás de estas cifras y analizaremos el rol importante del Estado y las ingenierías en la historia de la empresa.

3. Etapas históricas y conductas tecnológicas.

3.1. Etapa de fracasos (1959-1971).

Para instalar una filial en México, la matriz entró en sociedad de capital con otra empresa norteamericana productora de artículos de cobre. Esta aportó el 70% del capital social inicial. En sus primeros años, la empresa estudiada fabricó intercambiadores de calor y recipientes a presión con diseños de la matriz y a partir de insumos proporcionados por la empresa accionista mayoritaria y por otras firmas.

Durante 1959-1964, la empresa tuvo pérdidas anuales. En 1962 estuvo a punto de cerrar. Además de las contracciones impredecibles del mercado y de la competencia hecha por otra firma local y por el extranjero, la administración de la filial desconocía el mercado interno, y demoraba decisiones urgentes esperando la asesoría o el visto bueno de la matriz. Dada la gravedad de la crisis por la que atravesaba la firma, se decidió en 1962 iniciar la producción de otros bienes metalmecánicos para otras empresas en un marco de subcontratación, además de continuar con la fabricación de los productos originales. Los productos nuevos fueron implementos agrícolas (arados y rastras), grúas y excavadoras, tal y como se aprecia en el cuadro 2. También decidió cambiarse de la ciudad de México a Guadalajara, Jalisco, con lo cual podía reducir pagos de impuestos y costos de energía y agua. En 1963 empezó a operar en su nuevo local.

Estos cambios ocurrieron a la vez que se modificó la estructura de la propiedad. En 1962 se vendió el 25% de las acciones a personas nacionales

^{3/} Nacional Financiera, S.A., La oferta nacional de bienes de capital, Monografías Sectoriales sobre Bienes de Capital, núm. 1, Proyecto NAFINSA-ONUDI, México, D.F., 1979.

Cuadro 2. Cambios en la mezcla de productos, 1959-1980.

Año	Cambios en la mezcla de productos
1959	Intercambiadores de calor y recipientes a presión (sin ingeniería de diseño propia).
1962	Implementos agrícolas, grúas y excavadoras. Continúan los productos iniciales.
1965	Termina la producción de implementos agrícolas. Continúan los productos originales. Empieza la producción de sistemas de vacío, calentadores de agua, elevadores y condensadores de superficie para la industria eléctrica.
1967	Termina la producción de grúas y excavadoras. Inicia la producción de intercambiadores de calor enfriados por aire con diseño propio. Continúan los otros productos de 1965.
1972	Incorpora sistemas-paquete, además de los de 1967, en tres áreas: evaporización, cristalización y secado.
1978	Incorpora intercambiadores de calor, tipo placas.

Fuente: Elaboración propia, con base en información proporcionada por la empresa.

(posiblemente ligadas a la empresa) y se redujeron las participaciones de los accionistas originales. La matriz pasó de tener el 30% del capital social, al 25%, aproximadamente. El accionista mayor redujo su participación de 70% a 50%. Estos movimientos, sin embargo, no se debieron meramente a la crisis de la firma, sino a un proceso de nacionalización de la empresa, exigido por el Gobierno de México. Este proceso que se iniciaba, no obstante, produciría más tarde un viraje en el desempeño de la firma.

Con respecto a los nuevos productos para otras empresas, los había aceptado manufacturar la firma para diluir gastos generales fijos y hacer menos costosa la producción de intercambiadores de calor. Los pagos del trabajo subcontratado eran fijados por las empresas principales (las que hacían las órdenes). Si bien estas medidas permitieron a la firma ofrecer intercambiadores de calor a precios competitivos y soportar así la presión de los otros productores —particularmente los del extranjero—, ello se logró a costa de los nuevos productos y aún de la economía global de la empresa. No tanto la producción de grúas, sino la maquila de implementos y excavadoras, se hacía empleando tiempos de trabajo reales superiores a los estimados e incurriendo en costos "extras", no considerados en el momento de aceptar el precio de la subcontratación de dichos bienes. De tal manera que, además de absorber gastos generales, incluyendo una proporción del costo de los intercambiadores, no se negociaba adecuadamente el precio de la maquila, y por ello, esta se llevaba a cabo con pérdidas para la firma. En 1962, 1963 y 1964 las ventas reales de la empresa repuntaron y lograron un nivel cercano al de 1961 (véase el gráfico 1), pero se siguieron registrando pérdidas.

En gran medida por estos fracasos, la matriz decidió en 1965 vender todas las acciones de la filial que le pertenecían. El accionista mayoritario las compró. En ese mismo año entraron dos empresas a participar en el capital social de la firma aumentando su monto y variando su estructura de nueva cuenta. El capital social se triplicó. El accionista original que prosiguió en la empresa tenía el 45% de las acciones; una empresa local, productora de alambres y cables de cobre (y en cuyo capital social participaba el accionista mayoritario de la empresa estudiada) tenía el 27%; un nuevo socio norteamericano (empresa fabricante de grúas y excavadoras con marca prestigiosa) participaba con 11%, y el 17% restante se distribuía entre un número de accionistas particulares mexicanos. Así, el 44% del capital era nacional, el 45% era del accionista original, de Estados Unidos, y el 11% de otro socio norteamericano.

Al cambiar la propiedad de la empresa, se removi6 su personal administrativo y se tomaron decisiones que modificaron la naturaleza de la empresa. Esta no fue más una filial a partir de 1965. Su personal, que era norteamericano y había sido enviado por la matriz, fué desocupado. Sólo se quedaron tres de como 30 de ellos. Dos de estos eran técnicos y uno era directivo. En ese mismo año, se terminó la producción de implementos agrícolas y se continuó produciendo excavadoras, grúas y los bienes principales, intercambiadores de calor y recipientes a presión. En este año (1965) la empresa logró tener utilidades por primera vez, aunque en el año siguiente volvió a registrar pérdidas.

En 1967, cambió de nuevo la estructura de la propiedad. El socio principal seguía con el 45% del capital, pero el otro accionista norteamericano redujo

su participación de 11% a 4%. Esto significó que el capital extranjero se redujo a 49%. Por otro lado, el 51% restante se repartió entre el accionista mexicano que había ingresado a la sociedad en 1965 (27%), una empresa de participación estatal dedicada a la explotación de cobre (20%) y particulares nacionales (3%). Ahora la empresa tenía un capital mayoritario nacional. En una reunión en ese mismo año, los directivos y los accionistas convinieron concentrar toda la atención, los recursos y los esfuerzos a la producción de intercambiadores de calor y al dominio de su tecnología. Decidieron, en congruencia con tal objetivo, dejar de fabricar excavadoras y grúas. En este año, la empresa volvió a tener utilidades (por segunda vez). A fines de año, se ampliaron las naves de la planta. Ya, desde 1965, aproximadamente, la firma se había inscrito como socio miembro del Heat Transfer Research Inc.; que es un instituto de investigación y desarrollo en materia de transferencia de calor. A partir de entonces tuvo acceso a información sobre los principios científicos de este campo, su progreso, innovaciones en diseños, ajustes a procesos específicos, etc., lo cual se ha difundido entre los miembros del instituto mediante boletines y conferencias.

De 1967 a 1969 las ventas reales aumentaron en un 50% (véase el gráfico 1) y se mantuvieron aproximadamente en un mismo nivel de 1969 a 1971. Durante estos años la empresa llevó a cabo una política austera estricta, recortó personal y pudo incrementar su participación en el mercado local, frente al equipo importado y al de su competidor nacional. De 1967 a 1971, la empresa tuvo utilidades cada año. Ya para este año, se da por terminada la serie de fracasos y la inestabilidad de la firma. Los cambios en la tecnología de producto y la de proceso que ocurrieron en esta etapa se presentan y explican a continuación.

A. Tecnología de producto.

De lo que se dijo en el apartado anterior se deriva que la empresa A comenzó, como filial, a recibir tecnología de la matriz. No inició sus operaciones con un departamento de diseño, sino que las empezó meramente como constructor de equipos sin emprender tareas de ingeniería de producto. Estas actividades se efectuaban en la matriz. Este rasgo también se observó en la maquila de excavadoras e implementos agrícolas, así como en la construcción de grúas, durante el período de 1962 a 1967. Los diseños y especificaciones los determinaban y elaboraban las empresas principales. Pero la experiencia —aunque limitada— de la firma en la manufactura de intercambiadores de calor por seis años (1959-1965) —aún con diseños ajenos— permitió una acumulación de conocimientos sobre las formas, condiciones, materiales, especificaciones y composición de partes de los equipos referidos. En este sentido, constituyó una base importante, aunque indudablemente insuficiente, para una subsecuente capacidad ingenieril propia en el área del producto. Pero no fué sino hasta 1965, cuando la empresa empezó un proceso de aprendizaje expreso para dominar la tecnología de producto. Se creó un grupo de ingenieros quienes estarían dedicados a aprender y luego investigar ajustes, en materia de transferencia de calor y de diseño de equipos para ese proceso termodinámico. También, como ya se mencionó antes, la empresa se asoció a un instituto de IDE norteamericano, especializado en el tema de referencia y con prestigio mundial. En 1967, el personal del área de producto inició la producción de intercambiadores de calor enfriados por aire con diseño propio.

En resumen, en este período, la empresa absorbió, aprendió y empezó a dominar el proceso de transferencia de calor y el diseño de equipos que se usan en tal proceso. No hizo diseños muy novedosos ni patentables, pero comenzó a crear diseños con su propia capacidad. Quizá eran diseños parecidos a otros, pero fueron hechos autónomamente. El paso de recibir diseños ajenos para la manufactura de intercambiadores a generarlos internamente es sin duda importante y fue el rasgo que se empezó a gestar a fines de esta etapa, caracterizada por fracasos económicos.

C. Tecnología de proceso.

La empresa recibió un paquete importante de tecnología de proceso procedente de la matriz, al iniciar sus actividades. Máquinas-herramienta de segunda mano, equipo de soldadura y equipamiento auxiliar usados, fueron instalados en el local original que se localizaba en la ciudad de México. Personal de la matriz, a cargo de la filial nueva se dió a la tarea de organizar la producción e instruir a los obreros locales contratados. El acceso del personal local al "know-how" de proceso fue inmediato.

Las primeras máquinas y equipos usados fueron de tipo universal o "standard", máquinas-herramienta de accionamiento mecánico, y algunas de tipo hidráulico (como una cortadora, una dobladora y un taladro de precisión). La recepción de la maquinaria y equipo empezó en noviembre de 1959. Casi la totalidad del equipamiento inicial se recibió en los primeros meses de 1960. En ese año, se fabricó cierto equipo auxiliar en la planta como poseedores de dos rodillos. En 1961, la totalidad del equipamiento adquirido fue hecho en la misma planta. Incluyó una grúa viajera, una prensa fija, un pantógrafo, un tornillo para banco y mobiliario diverso. En 1963 se cambió la planta de la ciudad de México a Guadalajara, Jalisco. Se tuvo un nuevo lay-out y empezaron a adquirirse máquinas más modernas para esta época, como tres tornos revólver y una prensa de cortina hidráulica. En ese año, se manufacturó en la planta un dado para la prensa de cortina. La planta en su nueva localización tuvo paulatinas expansiones año con año, incorporando equipo de soldadura y sus aditamentos, equipo de pintura y mobiliario, en parte autofabricados, hasta que a fines de 1967 se construyeron dos naves más para redistribuir el equipamiento. En 1968, la planta adquirió un taladro radial, máquina moderna en ese año, y una rectificadora para tubos, con aditamentos. En 1969, 1970 y 1971 se obtuvieron más máquinas y equipos, incluyendo máquinas-herramienta universales, equipo para transporte de material, equipo de soldadura y equipo para control de calidad.

Lo mencionado en el párrafo anterior significa que la planta comenzó a usar equipamiento universal y de segunda mano. Posteriormente empezó a adquirir maquinaria nueva y moderna, particularmente en los años 1963 y 1968. Estos años coinciden con cambios importantes en el interior de la empresa. En 1963, la planta se cambió de local y se dió comienzo a una nueva estrategia de sobrevivencia consistente en producir (bajo subcontrato) nuevos bienes. En 1968, la firma tenía tres años de no ser filial y un año de tener capital mexicano mayoritario, así como de haber reducido su mezcla de productos, especializada en intercambiadores de calor. El cambio en el "mix" de productos introduciendo nuevos bienes, a principios de los sesentas, pareció generar o dar lugar a la adquisición de maquinaria moderna. Otro nuevo cambio, ahora eliminando los productos "nuevos" y manteniendo únicamente el producto "tradicional", pareció requerir de una máquina moderna, —un taladro radial— para las perfo-

raciones en el espejo de los intercambiadores de calor.

Otro rasgo que es menester señalar es la autofabricación de grúas viajeras, máquinas, equipo auxiliar y mobiliario de trabajo. Esta comenzó en 1960, el primer año de operaciones fabriles. Esta es una peculiaridad común entre varias plantas metalmeccánicas Mexicanas 4/ y Latinoamericanas 5/, amén de la autofabricación de refacciones para la maquinaria en uso. Las razones que se han encontrado sobre esta conducta tecnológica se refieren a la falta de una oferta interna de insumos básicos, refacciones y equipos, sus elevados precios y sus entregas dilatadas. 6/

3.2 Etapas de expansión (1972-1980).

A principios de los setentas, la inestabilidad de la empresa quedó superada. Se presentaron años de prosperidad. De 1972 a 1974 las ventas reales de la firma crecieron 30% y se estuvieron generando utilidades. Para 1974, el margen de ganancias (utilidades netas con respecto a las ventas netas) fue de 0.04 y la relación de activos a pasivos fue 1.6.

Durante tales años, la mezcla de productos cambió, incorporando equipos periféricos a los de la transferencia de calor, en paquetes completos de equipo para sub-procesos. Esto ocurrió en 1972, cuando la empresa decidió no sólo producir intercambiadores de calor sueltos, sino producirlos junto con otros equipos en paquete para tres tipos de sistemas de transferencia de calor: evaporización, cristalización y secado. Esto significa que la firma decidió dominar sistemas completos del proceso en que eligió especializarse. Paralelamente, la firma empezó a subcontratar talleres, particularmente para la pailería de equipos periféricos.

En 1975, la empresa alcanzó un nivel de venta real equivalente al doble de los niveles más altos que se pudieron lograr en los años sesentas (véase el gráfico 1) y se empezaron a ganar los niveles de ventas más elevados de la historia de la empresa. El margen de ganancias fue de 10% en tal año y su relación activos/pasivos fue 1.76.

4/ Véase, por ejemplo, A. Mercado y L. Lombó, Un estudio sobre el cambio tecnológico de una empresa mexicana productora de maquinaria para molinos, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 54, Buenos Aires, 1982.

5/ Esto ha sucedido en Argentina y Brasil, por ejemplo. Para Argentina, consúltese A. Castaño, J. Katz y F. Navajas, Ob. Cit., y para Brasil, H. Nogueira Da Cruz, Evolução Tecnológica no Setor de Máquinas de Processar Cerais-Um estudo de caso, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 39, Buenos Aires, 1981.

6/ Para el caso de México, véase A. Mercado y L. Lombó, Ob. cit. y A. Mercado y P. Toledo, El cambio tecnológico en una empresa mexicana productora de máquinas para el vidrio y el plástico, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 57, Buenos Aires, 1982. Para América Latina, consúltese J. Katz, Cambio tecnológico en la industria metalmeccánica Latinoamericana. Resultados de un programa de estudios de casos. Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 51, Buenos Aires, 1982.

El paso de la crisis a la recuperación se logró en un marco de gran competencia. La firma competía en 1975 con empresas del extranjero y por lo menos cinco fabricantes locales. El cuadro 3 presenta datos según los cuales estos cinco competidores iniciaron su producción entre 1959 y 1963. De ellos, cuatro ya habían exportado y la empresa A no. Aunque las empresas exportadoras no hubiesen vendido intercambiadores de calor al extranjero, el hecho de haber exportado sugiere su capacidad ingenieril y constructora de calidad y costo aceptable en el mercado externo. De tales competidores, uno ocupaba trabajadores en 25% más que la empresa A, y otro casi el doble. Ellos también vendían más que ésta. Casi todos los competidores locales (excepto uno) era de propiedad nacional. Si bien la empresa competía con otras firmas fuertes y exportadoras, ella parecía tener un mayor dominio y prestigio en el diseño, fabricación e instalación de intercambiadores de calor. Mientras los competidores cubrían una gama amplia de productos, la empresa A se especializaba en intercambiadores de calor y recipientes a presión. Su liderazgo en este campo ha sido reconocido por los propios competidores y los usuarios. Pero la amenaza de la competencia por ganarle mercado a ella ha existido desde sus primeros años de operaciones. Este ambiente obligaba a la firma a minimizar costos, organizar mejor las cargas de trabajo y mantener un departamento de diseño, para ofrecer precios, tiempos de entrega y calidad competitivos.

Cuadro 3. Características de los competidores de la empresa A, 1975.

Empresa	Año de inicio de actividades	Ocupación (A=100)	Ventas (A=100)	Exporta	Propiedad	Productos	
						ReI	e/ Otros
A	1959	100	100	No	Nac.	X	
Competidor 1 ^{a/}	1962	195	169	Si ^{b/}	Nac.	X	X
Competidor 2 ^{a/}	1963	125	125	Si ^{c/}	Nac.	X	X
Competidor 3	1959	29	ND	Si ^{d/}	Nac.	X	X
Competidor 4	1961	15	12.5	Si ^{b/}	Ext.	X	X
Competidor 5	1959	13	ND	No	Nac.	X	X

a/ Datos de 1976.

b/ A Estados Unidos y Argentina. No se sabe qué producto se exportó.

c/ Equipo para un ingenio azucarero en Centro América.

d/ Equipo para plantas de ácido nítrico y de fertilizantes, en Costa Rica.

e/ R e I significa recipientes a presión e intercambiadores de calor.

Fuente: Elaboración propia, con base en cuestionarios de dos proyectos de El Colegio de México, "Instrumentos de política científica y tecnológica" (coordinado por A. Nadal) y "Mercados de Tecnología en México" (coordinado por A. Mercado).

Lo expuesto hasta aquí indica que la empresa tuvo un buen desempeño en la primera mitad de los setentas y ello fue meritorio, dado el clima competitivo en el que operaba. Precisamente cuando la firma había logrado lo anterior, en 1975, los dos socios extranjeros (el accionista mayoritario que participaba en el capital desde el origen de la firma y el otro accionista norteamericano minoritario) vendieron sus acciones a Nacional Financiera, S.A. (NAFINSA), institución financiera estatal. Con ello, esta institución se convirtió en el principal accionista de la empresa. En este caso, el gobierno Mexicano quiso (y presionó para ello) la nacionalización de la empresa. En parte por ello, los socios extranjeros se desligaron de la firma. Pero además, el accionista original que tenía el 45% del capital social decidió retirarse de la sociedad, debido a una crisis económica que afrontaba. En ese tiempo, el precio y la explotación del cobre se estaba contrayendo. Además, el giro de la empresa A no era el del accionista referido. El otro socio norteamericano optó por vender sus acciones, porque la firma A ya no producía grúas ni excavadoras, bienes en los que él se especializaba.

NAFINSA recibió una empresa con gran potencialidad ingenieril, líder local en su campo y financieramente sólida. Decidió fortalecerla y facilitar su vínculo con los principales clientes mexicanos: PEMEX y la Comisión Federal de Electricidad, los cuales absorbían las dos terceras partes de las ventas de la empresa. La firma ocupaba unas 450 personas. Su capital de trabajo era grande y para ello requería de financiamiento a largo plazo. En los primeros años de la década de los setentas, la empresa destinaba sus recursos financieros al capital de trabajo, en primer lugar; a la compra de maquinaria y equipo, en segundo, y a la construcción civil y montaje de instalaciones, en tercero. Con NAFINSA como accionista principal, la firma podía tener el respaldo suficiente para cubrir sus requerimientos financieros.

En 1976, las ventas reales cayeron con respecto a las de 1975, aunque aún se mantuvieron por encima de las ventas de otros años. Esta baja se atribuye a una desaceleración industrial (su tasa de crecimiento bajó de 9.7% a 2.7%), provocada por el cambio de Gobierno y por la devaluación de la moneda mexicana (de 24%). Aún en tales condiciones, la empresa A logró utilidades netas. La perspectiva de ciclos en la demanda de intercambiadores de calor preocupaba a la nueva administración de la empresa. En parte por eso y en parte por la ventaja de corto plazo que constituía la devaluación del peso para vender al extranjero, la empresa estudiada decidió empezar a exportar. Inicialmente, la empresa intentaba cubrir la falta de demanda interna con exportaciones.

En 1977, los directivos de la empresa delinearon un plan para exportar. Acordaron seguir una estrategia para vender equipo a Venezuela. Se analizó la importancia de los proyectos petroleros y petroquímicos Venezolanos y su falta de oferta interna de bienes de capital. También se consideró el marco de convenios de la Asociación Latinoamericana de Libre Comercio como canal de competencia frente a otros proveedores internacionales de equipo. La empresa estudiada ganó un concurso internacional relativo a un proyecto de inversión de la empresa Venezolana llamada Maraven y realizó así su primera exportación en 1978.

Pero la firma tenía interés de seguir cubriendo el mercado Venezolano. Para lograrlo estableció una planta filial en dicho país, la cual comenzó a manufacturar intercambiadores de calor y recipientes a presión en 1979. La filial en Venezuela obtuvo del Gobierno estímulos fiscales y protección de la

competencia extranjera. Dicha planta tiene una capacidad productiva equivalente al 50% de la empresa A. Las exportaciones que se han realizado a Venezuela desde la instalación de esta sucursal han excedido lo esperado por la empresa estudiada. Esto se debe a que ciertos equipos que la planta Venezolana no está en condiciones de fabricar, los fabrica y exporta la planta mexicana. 7/

Además del mercado Venezolano, la empresa buscó el de Estados Unidos. La empresa deseaba exportar precisamente a Estados Unidos por dos razones. Primero, por su importancia como demandante de equipo petrolero y petroquímico, y segundo, porque representaba (y sigue representando) una carta de presentación importante para todo productor de equipos en el mercado internacional.

Para entrar al mercado de los Estados Unidos, la empresa se enfrentó a varios problemas. La principal dificultad era el mero hecho de que en México no existe una tradición de fabricación de maquinaria y equipo. Esta es una barrera de mucho peso para una industria de bienes de capital que intente penetrar al mercado estadounidense. Lo primero que hizo la firma estudiada fue demostrar su eficiencia, para lo cual fue precalificada por varias firmas de ingeniería de Estados Unidos. Para esta precalificación, la empresa invitó a personal de estas firmas a conocer la planta y las operaciones llevadas a cabo en ella. La empresa fue invitada a cotizar, pero perdió los primeros pedidos por la misma desconfianza de las firmas americanas, hasta que al fin obtuvo su primer orden en 1979, de una importante firma de ingeniería americana. Este pedido consistió en un grupo de 18 intercambiadores de calor destinados a una refinería de Filadelfia ("ARCO"). Dichos equipos fueron embarcados, a principios de 1980. Poco después, la firma estudiada obtuvo otro pedido de una empresa de Houston, Texas. Como consecuencia de estos dos pedidos, se rompió la barrera psicológica que al principio no dejaba que la empresa entrara al mercado Norteamericano. Luego, la empresa hizo un convenio con una firma Estadounidense para que ésta la representara en ese país. Otra firma de ingeniería norteamericana les colocó otro pedido para unos intercambiadores de calor destinados a Alaska. Estas unidades fueron embarcadas a finales de 1980. En esas fechas la firma estudiada recibió una solicitud de cotización de su representante para una empresa de Houston. La empresa A está siendo tomada en cuenta en el mercado norteamericano con buenas referencias en cuanto a tiempo de entrega y calidad.

La empresa también cubre el mercado Centroamericano. Habiendo exportado a Venezuela y Estados Unidos, la venta de equipos a Centro América constituyó un proceso relativamente más simple. Recientemente ha exportado a Costa Rica.

En los últimos años, la participación de las exportaciones en las ventas han sido cerca de 10%.

Las exportaciones de la firma y la recuperación de la economía Mexicana de 1977 a 1980 hicieron posible que las ventas reales se incrementaran. En 1979 y 1980 se alcanzaron los mayores niveles de utilidades netas en toda la historia de la empresa. A fines de los setentas, el margen de ganancias fluctuó entre 9% (mínimo) y 15% (máximo). La relación de activos a pasivos en 1980 fue de 1.79.

7/ A mediados de 1980, la firma Venezolana Enelven hizo un pedido de un grupo de intercambiadores de calor, entre los cuales había calentadores de agua de alimentación de baja y alta presión. En la orden se especificaba que las unidades de baja presión se debían fabricar en Venezuela y los de alta presión, en México.

En resumen, en esta etapa la empresa se consolidó como líder en el mercado interno de intercambiadores de calor, penetró en el mercado extranjero con relativo éxito e instaló una sucursal (transfiriendo tecnología) en Venezuela. Además, empezó a tener un crecimiento corporativo, con el apoyo de NAFINSA, creando otras empresas. Aparte de la instalada en Venezuela, abrió otras dos empresas en México; una en 1980, la cual produce empaques y manufacturas metálicas; y la otra la creó en 1981, para fabricar tubería estirada en frío. Los productos de estas dos empresas son insumos de intercambiadores de calor. La firma estudiada había tenido problemas de abastecimiento de tales insumos (entregas tardías, precios cambiantes, etc.). Ello dió origen a la idea de invertir en dichas fábricas. En este marco de expansión, la tecnología de la empresa fue cambiando. A continuación se revisan tales modificaciones.

A. Cambios en la tecnología de producto.

Cuando en 1972 se abría una época próspera para la empresa, desde el punto de vista económico, ella tenía ya una capacidad para el diseño termodinámico (básico) y mecánico (ingeniería de detalle) de los intercambiadores de calor. En ese año, se tomó la decisión de producir y comercializar sistemas de tratamiento químico en los que se aplican los intercambiadores. Esta determinación generó cambios tecnológicos importantes en el área del producto.

Para el diseño y la manufactura de evaporizadores, 8/ cristalizadores 9/ y secadores 10/ nuevos (para la empresa) se requería un conocimiento técnico que no había acumulado el personal de la firma. Para ello, en 1972, la empresa firmó un contrato de tecnología con una compañía norteamericana (Whitting Corporation), relativo al equipo de tratamiento químico referido. Se contrataron más ingenieros y técnicos. Un grupo de ellos se envió a las oficinas del proveedor en Chicago, Ill. Además, la empresa recibió fórmulas, dibujos y documentos técnicos (algunos patentados). También ella podía solicitar consultas por varios mecanismos y usar la marca del oferente. El contrato de tecnología complementaba la que ya dominaba la empresa (en intercambiadores de calor) y, por lo tanto, era parte de la ingeniería básica que ella requería para ofrecer ingeniería de proyecto (referida a plantas o sistemas).

8/ Algunos procesos en los que aplican los evaporadores son: el de la sosa cáustica, el hidróxido de sodio, nitrato de amonio, urea, ácido fosfórico, glucosa, glicerina, baño ácido, aluminato de sodio, licor negro, licor al sulfito, azúcar, sal, mieles de maíz, suero, aceite de soya, baño ácido de rayón, sulfato de sodio, solventes.

9/ Los cristalizadores tienen aplicaciones en procesos para los siguientes productos: cloruro de amonio, sulfato de amonio, cloruro de bario deshidratado, ácido cítrico, fosfato diamónico, dimetil tereftalato, ácido glutámico, hidroquinona, glutamato monosódico, ácido oxálico, cloruro de potasio, nitrato de potasio, nitrato de plata, carbonato de sodio, cloruro de sodio, citrato de sodio, sulfito de sodio, sulfato de sodio, tiosulfato de sodio, azúcar, ácido sulfámico, fosfato trisódico.

10/ Los secadores se utilizan en la producción de lo siguiente: alúmina-gil, amonoácidos, sales de amonio, sales de calcio, propinato de calcio, carbón activado, cerámica, chocolate en polvo, sulfato crómico, ácido cítrico, café dextrosa, latex, leche, pectina, cloruro de polivinilo, pigmentos, etc.

El nuevo esfuerzo que empezó a hacer el personal técnico de la empresa A se encaminaba a la ingeniería de proyectos, el conocimiento típico de las firmas de ingeniería que se estaban difundiendo en América Latina en esta época. 11/

Las firmas de ingeniería ofrecen algunos elementos tecnológicos de un "paquete", para la instalación de plantas industriales (particularmente las de proceso, como la química, la cementera, la alimentaria, la petrolera), o ampliaciones. Usualmente la firma de ingeniería interviene parcialmente en el proceso de transferencia tecnológica entre el proveedor principal —que puede ser una empresa transnacional— y el receptor, y actúa de intermediario entre los fabricantes de equipo y los usuarios. 12/ La empresa estudiada, fabricante de equipo, estaba decidida a ser una firma de ingeniería también. Esto era lo que implicó la decisión de comercializar, producir y dominar la tecnología de conjuntos de equipos para sistemas químicos en los que se aplica el intercambiador de calor.

Además del diseño de intercambiadores a pedido, la empresa comenzó a cotizar y diseñar en la planta sistemas de cristalización, evaporización y secado para las industrias química y alimentaria, principalmente, con base en la tecnología recibida en 1972 y 1973. Cuando NAFINSA compró acciones de la empresa, ésta ya tenía tres años de experiencia en ingeniería de proyectos. Posteriormente, aplicó sus conocimientos de firma de ingeniería a sus propias necesidades, para las ampliaciones de su planta, para la instalación de la planta sucursal en Venezuela y las otras dos filiales en México, productoras de algunos insumos de intercambiadores de calor. Hoy gran parte de su tecnología "de proyectos" (referida a plantas o sistemas, más que a un producto) es propia; sólo recurre al proveedor raramente, cuando hay duda en algún cálculo particular. Ella seguía pagando regalías en 1980, pero ya era virtualmente independiente del proveedor.

La empresa ha vendido servicios de consultoría, investigación básica y diseños a su sucursal de Venezuela. En 1977, la firma decidió manufacturar intercambiadores de placas, lo cual era una innovación que no se había adoptado por ningún fabricante local. Para ello, obtuvo asistencia técnica e ingeniería básica de una compañía Japonesa en ese año.

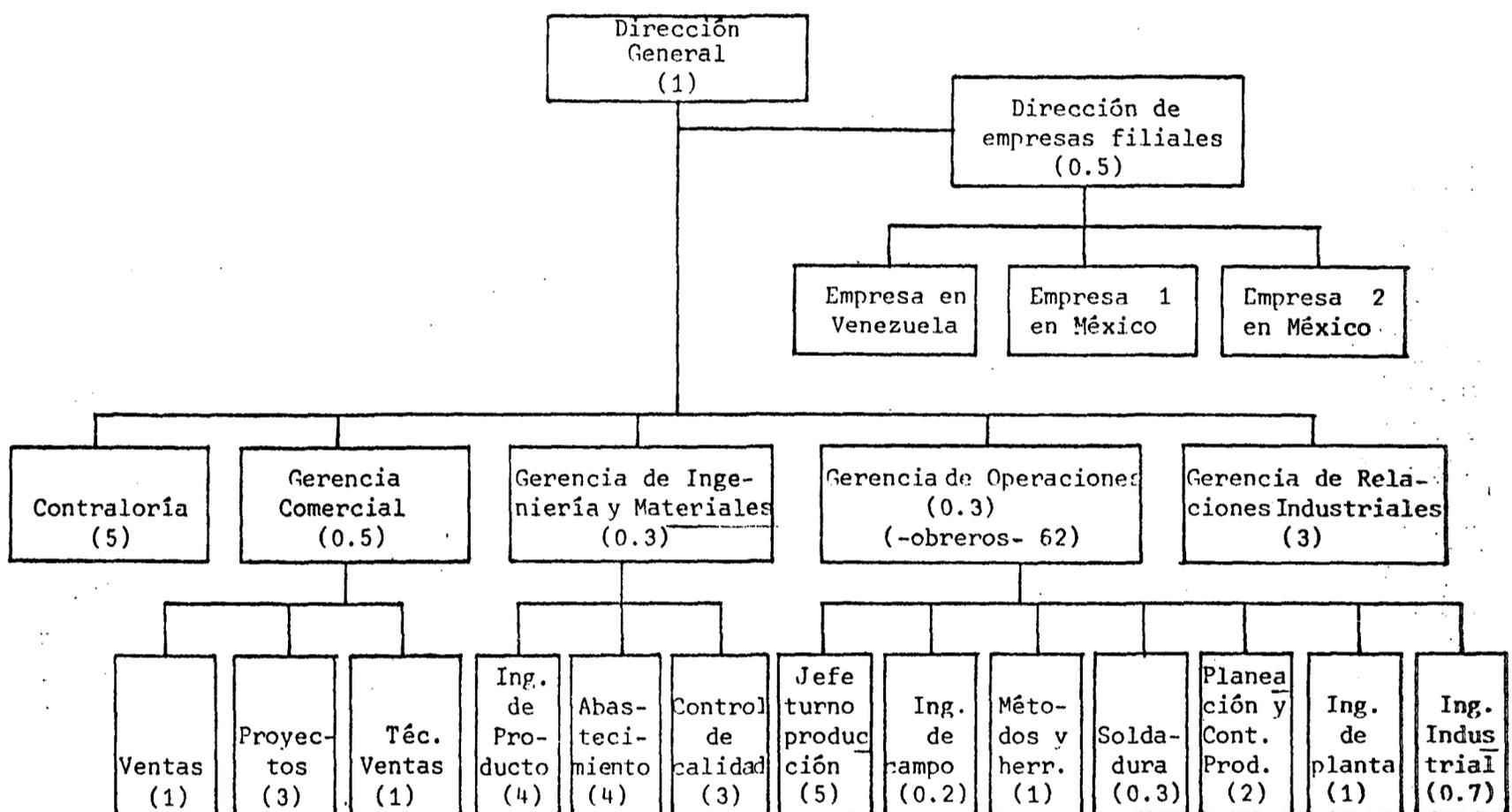
En resumen, la trayectoria tecnológica de la empresa en esta etapa consistió en avanzar del dominio de la ingeniería de producto con respecto a intercambiadores de calor "convencionales", hacia el dominio de la ingeniería de proyectos relativa a sistemas o subprocesos químicos, por un lado, y hacia la tecnología de intercambiadores "nuevos", por otro lado.

Dentro de la organización de la firma, las ingenierías se encuentran en las gerencias de ingeniería y materiales (producto), comercial (proyectos) y de operaciones (proceso) (véase el diagrama 1). Aunque casi la mitad del personal tecnológico se encontraba en actividades de tecnología de proceso, las áreas

11/ A. Nadal y M. González, Las firmas de ingeniería en México, El Colegio de México, 1976 (mimeo). J. Rodríguez, Análisis de las firmas de ingeniería y consultoría en Colombia, 1975 (Proyecto STPI, mimeo). F. Suárez y L. Stuhlman, Process Engineering and/or Consulting Firms in Argentina, 1975 (Proyecto STPI, mimeo).

12/ Véanse las referencias de la nota anterior y A. Mercado, Estructura y dinamismo del mercado de tecnología industrial en México, (capítulo III, sobre la industria del poliéster), El Colegio de México, México, D.F., 1980.

Diagrama 1. Organigrama de la empresa A en 1980/1981.^{a/}



^{a/} Los números entre paréntesis de cada casilla departamental se refieren a la distribución porcentual del personal ocupado.

Fuente: Elaboración propia, con base en información proporcionada por la empresa.

más intensivas en recursos humanos técnicos eran la de ingeniería de proyectos, en primer lugar, y la de ingeniería de producto, en segundo (véase el cuadro 4). En particular, la participación de ingenieros y técnicos en el personal total del área relativa a la ingeniería de proyectos (64%), corresponde a una oficina de ingeniería formal (o firma de ingeniería cautiva). Estimamos que en gran medida debido a este esfuerzo ingenieril, la empresa ha podido instalar equipos y sistemas en plantas de más de 80 empresas (entre éstas, las principales empresas químicas, cementeras, alimentarias y siderúrgicas del país, además de PEMEX y la CFE). Además, la ingeniería de proyectos le ha permitido a la firma reducir su dependencia de los dos clientes principales (PEMEX y CFE). En el período de enero a junio de 1980, la producción destinada a ellos representó el 23% del total, en tanto que la destinada a diversas industrias fue el 65%, y el 12% restante correspondió a exportaciones. ^{13/} En 1973-1974, los dos demandantes principales comprendían el 70% de las ventas y no había exportación.

Cuadro 4. Distribución del personal tecnológico en la empresa "A", 1981.

Departamentos "tecnológicos" <u>a/</u>	Personal tecnológico ^{b/} (%)	Participación del personal tecnológico en el total
Gerencia comercial	23	0.64
Gerencia de ingeniería y materiales	23	0.30
Gerencia de operacio- nes	54	0.11
<u>Total</u>	<u>100</u>	--

a/ Se refiere a las gerencias en las que se llevan a cabo las ingenierías de producto, de proyectos y de proceso metalmeccánico.

b/ El personal tecnológico comprende gerentes a cargo de las ingenierías, ingenieros, jefes de departamentos técnicos y supervisores.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos proporcionados por la empresa.

^{13/} La tecnología y calidad de los productos fue reconocida a fines de los setentas por la American Society of Mechanical Engineers, autorizando el uso de los sellos S y U. El estampado de los equipos con alguno de estos sellos es obligatorio en Estados Unidos y otros países en cuyos proyectos intervienen firmas de ingeniería norteamericanas. Esta autorización facilitó la entrada de productos hechos por la empresa a Estados Unidos.

B. Cambios en la tecnología de proceso.

A principios de los setentas, la planta contaba con talleres de corte de láminas y placas, doblado de tubería, maquinado de partes, soldadura, pruebas y acabado, distribuidos en dos naves. En tales años, las cargas de trabajo fueron en aumento en los diversos talleres. Para 1974, el taller de maquinado era un cuello de botella para el resto de la planta. Este desbalance contribuyó a que la empresa comenzara a subcontratar el maquinado de varios componentes entre algunos talleres de la localidad. También las presiones competitivas y el cambio en el "mix" de productos hacia la fabricación de equipos para sistemas de tratamiento químico, condujeron a la empresa a tomar tal decisión. La reducción tanto de los tiempos de trabajo y de costos unitarios han sido formas de competencia importantes para la firma. Con la subcontratación se resolvían los tiempos "muertos" en maquinado, cuando había sobrecarga de trabajo. Por otro lado, el cambio de productos generó inmediatamente una alteración en las rutinas de trabajo. Dentro de los ajustes que se hicieron a los métodos de fabricación, se incluyó la subcontratación de algunos equipos periféricos y de varios componentes. Los talleres que ha subcontratado la empresa han sido pequeños y algunos grandes (incluyendo competidores en recipientes a presión). Por las diversas características de los maquinadores, la fijación del pago ha variado, según el poder relativo de negociación que tenga la firma.

La naturaleza de los productos (diferenciados) y de la organización de la producción (a pedido y bajo diseño individual) había constituido un obstáculo importante para estandarizar piezas y tiempos, y para abatir costos. Con el crecimiento de la empresa, la planeación y el control de la producción se complicaron cada vez más, y era cada vez más difícil mejorar métodos de fabricación. Entre 1973 y 1975, la empresa decidió crear un departamento de ingeniería de métodos y herramientas, con el fin de afrontar este problema y sistematizar también la autofabricación —y ajuste— de equipos, herramientas y piezas. En 1981 este departamento ocupaba dos ingenieros, dos técnicos y cuatro almacenistas. Ellos elaboraron un sistema de enfriamiento de brocas por aire a presión, antes de que este método se utilizara comercialmente, lo que llevó a incrementar la velocidad de barrenado en un 20% aproximadamente. Además fabricaron en la empresa tres máquinas "expansoras", dos de las cuales están en la planta de Guadalajara y una en Venezuela. La primera fue hecha por 1974 y la segunda y tercera, bajo la administración de NAFINSA. Para la elaboración de estas últimas se tuvo que hacer un nuevo diseño. 14/

En los años 1977-1980 se intensificaron las compras de maquinaria y equipo. El incremento anual del stock de capital a precios constantes fue de 45%, aproximadamente (véase el cuadro 1). En tales años se adquirieron máquinas semiautomáticas y automáticas, como tornos revólver, taladro gemelo de posicionamiento automático, tornos copiadores automáticos, soldadoras automáticas,

14/ Con el expansor se rectifican los diámetros de las cubiertas cilíndricas que lleva el intercambiador de calor, asegurando que dos secciones de una cubierta coincidan perfectamente bien y, facilitando su unión y soldadura. Además, el expansor, al rectificar el diámetro de las cubiertas, permite hacer un ajuste entre el haz de tubos y las cubiertas, con una tolerancia muy pequeña, para que no existan claros o huecos entre aquél y éstas (los huecos provocarían cortos circuitos que disminuirían la eficiencia de los intercambiadores).

de arco sumergido, de gas inerte y sin electrodo consumible, así como equipo de prueba, como probadores de ultrasonido, radiográficos y electrónicos de fugas de halógeno. En 1978 se construyó una tercera nave. Estas expansiones fueron consecuencia del aumento en las cargas de trabajo y las expectativas que tenía la firma sobre la expansión del mercado. Los efectos de una mayor automatización (aunque limitada) sobre el ciclo del producto y la productividad no pueden ser examinados aquí, por falta de información.

Lo que se ha mencionado hasta aquí indica que la expansión de la empresa generó cambios en su organización y su proceso. La forma desbalanceada en que crecieron los talleres en su interior provocó cuellos de botella que primero se intentaron resolver subcontratando otros talleres externos, y luego ampliando el equipamiento y las instalaciones propias. También se incrementaron los requerimientos de adecuación de equipos y se tendió a autofabricar más máquinas, herramientas y piezas de refacción, para lo cual se decidió crear un departamento especial.

Como consecuencia de estas experiencias, personal de la empresa elaboró un manual de operaciones metalmeccánicas que ha sido base para las otras plantas filiales de esta empresa. Su capacidad en el proceso metalmeccánico y en organización fabril ha sido una externalidad para tales filiales. En la manufactura de equipos se siguen las normas de ingeniería ASME, TEMA, HEI y ASTM.

Hoy, la mitad de los recursos humanos dedicados a actividades técnicas corresponde al área de tecnología de proceso (véase el cuadro 4). Este es el personal de mayor experiencia, según lo ilustra el cuadro 5. Los "skills" asociados a la manufactura (obreros calificados y parte de los ingenieros mecánicos), además de los relativos al manejo de la empresa, son los que tienen más tiempo en la planta, en contraste con los "skills" asociados a la ingeniería de proyectos (ingenieros químicos).

Cuadro 5. Antigüedad del personal ocupado por la empresa A en 1980, por categoría.

Categoría	Menos de 3 años	De 3 a 12 años	Más de 12 años	Total ^{a/}
Directivos	.1	.3	.6	1.0 (1)
Ingenieros mecánicos	.4	.4	.2	1.0 (3)
Ingenieros industriales	.6	.4	0	1.0 (0.7)
Ingenieros químicos	.7	.2	.1	1.0 (2)
Ingeniero eléctrico	1.0	0	0	1.0 (0.1)
Técnicos	.5	.2	.3	1.0 (7)
Obreros calificados	0	.5	.5	1.0 (47)
Obreros no calificados	1.0	0	0	1.0 (20)
Otros empleados	.5	.3	.2	1.0 (19)
<u>Total</u>	<u>.4</u>	<u>.3</u>	<u>.3</u>	<u>1.0 (99.8)</u>

a/ Los números entre paréntesis se refieren a la distribución porcentual del personal por categoría.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos otorgados por la empresa.

4. Conclusiones

Lo expuesto hasta aquí permite concluir lo siguiente:

- a) La planta fué instalada por una empresa transnacional, debido principalmente al tamaño y ritmo de crecimiento del mercado interno de intercambiadores de calor y recipientes a presión (utilizados por las industrias de proceso, principalmente la petrolera, petroquímica, química y eléctrica). La empresa transnacional disponía de tecnología para abrir esta empresa y de cierto capital, pero aparentemente insuficiente, por lo que buscó y obtuvo la asociación de otra firma norteamericana. El caso estudiado no corresponde al típico taller pequeño Latinoamericano que va progresando paulatinamente. Al contrario, la empresa comenzó con un tamaño grande y con rasgos formales. Puesto que capacitó más de 100 obreros, puede aceptarse que su origen constituyó un cierto polo de desarrollo.
- b) El hecho de que la firma arrancó con un tamaño grande y acceso inmediato a la tecnología y a métodos administrativos de su matriz, no impidió que entrara rápido a una crisis, la cual estuvo a punto de ocasionar su quiebra a los tres años de operaciones. Esta crisis se debió básicamente a la entrada pronta de por lo menos un competidor local, la falta de protección de la competencia externa y una caída en el ritmo de expansión de la planta industrial en los ramos petrolero y eléctrico.
- c) La respuesta a la crisis fué la de ampliar la mezcla de productos, fabricando nuevos bienes bajo una relación de subcontratación; y mudarse de local a una entidad del país menos costosa y subsidiada (en un régimen de descentralización industrial regional). Las medidas permitieron la sobrevivencia de la empresa.
- d) Si bien lo anterior permitió a la matriz mantener a su filial mexicana en operaciones, fué un motivo importante para que ella terminara vendiendo sus acciones al otro socio norteamericano, al cumplir seis años de iniciadas las actividades de la subsidiaria estudiada.

Durante tal período, la empresa recibió diseños, capacitación de mecánicos y rutinas de trabajo en la planta, de parte de la matriz. Aunque el personal local aprendió y acumuló experiencias de tecnología de proceso, el avance en el conocimiento de la ingeniería de producto fué mínimo. Este se redujo a la interpretación de diseños y la información básica de formas, materiales, condiciones de manufactura y composición de partes de los equipos producidos.

Al terminar su relación con la matriz, la empresa estudiada se inscribió a un instituto internacional de tecnología de producto (intercambiadores de calor), iniciando una etapa de aprendizaje en este campo. A los dos años de ello, la firma empezó a manufacturar equipos diseñados por su propio personal.

Comparando estos dos años de aprendizaje con los seis que duró su relación con la empresa transnacional, se concluye que el control de la matriz sobre estas actividades impidió un proceso de "learning-by-doing" en el área del producto, mismo que tomó lugar una vez que se deshizo la relación corpo-

rativa matriz-filial. Por lo tanto, el "rol" de la empresa transnacional en la transferencia de tecnología fué desfavorable en el campo del producto, aunque fué favorable en el área del proceso, según lo concluido en el párrafo a).

- e) En la historia de la firma estudiada, destaca un proceso de nacionalización. Este fué paulatino y duró 13 años (1962-1975). La propiedad era 100% extranjera en el inicio de actividades. Luego, 25% nacional y 75% extranjera en 1962. Después de algunos cambios intermedios, el capital social fué 100% nacional en 1975. El primer cambio en la estructura de propiedad ocurrió cuando la empresa estaba en crisis. El último cambio, cuando estaba en una época de bonanza, pero los accionistas extranjeros afrontaban dificultades financieras en sus corporaciones respectivas y no producían intercambiadores de calor. De tal manera que en todo ese lapso hubo poca resistencia de los socios extranjeros frente a las presiones del Estado por ir nacionalizando esta empresa (como lo estaba haciendo con otras).

A lo largo de este proceso de nacionalización, el cambio más significativo en la propiedad de la empresa se llevó a cabo cuando la participación nacional logró ser el 51% del capital social, en 1967. Inmediatamente, los accionistas y directivos reunidos en una asamblea decidieron reducir el "mix" de productos a uno particular (intercambiadores), eliminar los trabajos de maquila hechos por la planta para otras empresas y dominar la tecnología del producto seleccionado. Estas decisiones determinaron la senda que siguió la empresa y posibilitaron el éxito que ha logrado.

Uno de los efectos del proceso de nacionalización es su acercamiento con los principales clientes Mexicanos. El proceso referido se efectuó por iniciativas del Estado y se realizó, entrando a participar en la propiedad de la empresa, NAFINSA y otras dos empresas de participación estatal. Este hecho fué significativo para un mayor control del mercado local, porque implicó un mayor vínculo con Petróleos Mexicanos y la Compañía Federal de Electricidad, que juntas comprenden casi las dos terceras partes de la demanda por intercambiadores de calor.

- f) Así como la empresa afrontó una época de crisis, con efectos particulares en la conducta empresarial y tecnológica, también tuvo una época de progreso y de elevadas utilidades. Esta comenzó a presentarse a mediados de los setentas. También esta situación generó reacciones en torno a la mezcla de productos, la tecnología y las inversiones de la empresa. Primero, la empresa decidió ampliar la mezcla de productos hacia la fabricación de equipos periféricos al intercambiador de calor y poder así ofrecer sistemas de transferencia de calor en paquete. Segundo, también decidió, a fines de los setentas, instalar otras plantas filiales en México y una en Venezuela.

La primera decisión tuvo repercusiones tecnológicas importantes ya que generó la necesidad de cambiar la rutina de trabajo en la planta, y la conveniencia de empezar a subcontratar a otros talleres, así como de crear un departamento de ingeniería de proyectos (firma de ingeniería cautiva). La segunda también produjo cambios interesantes, como las modificaciones en la organización de la empresa para el control de sus nuevas filiales, la apertura de un flujo de transferencia de tecnología de la empresa a las nuevas plantas, y el crecimiento de las exportaciones hacia Venezuela.

Comparando estas observaciones con las referidas a la época de crisis (en los sesentas), podemos concluir que los ciclos han generado algunos de los principales cambios tecnológicos en la historia de esta empresa.

- g) Por otro lado, encontramos que los ciclos de la demanda interna fueron un motivo principal para que la empresa decidiera exportar. La primera exportación ocurrió en 1978, cuando la firma tenía 20 años de actividades y unos 10 años de haber manufacturado su primer diseño, y con tal experiencia, había sufrido caídas cíclicas en sus ventas, asociadas a las reducciones de inversiones en los años del cambio de Gobierno sexenal.

La decisión de exportar implicó aceptar la participación en concursos internacionales sobre proyectos de inversión petrolera y petroquímica. También fué la principal razón por la que la empresa instaló una planta filial en Venezuela.

- h) Tanto para fines de exportación, como para las ventas nacionales de equipo de proceso, quedó comprobado por la evidencia que la firma de ingeniería juega un papel decisivo. En particular, para las exportaciones (sobre todo a Estados Unidos), la empresa estudiada tuvo que ser evaluada y "aprobada" por firmas de ingeniería norteamericanas. Debido a su importancia, particularmente en lo referente a la instalación y ampliación de plantas o secciones de ellas, la empresa decidió crear en su interior una firma de ingeniería, después de haber determinado manufacturar sistemas de transferencia de calor en paquete.
- i) El ambiente competitivo y la falta de protección con respecto a los oferentes extranjeros, obligó a la empresa a minimizar costos, racionalizar la organización de cargas de trabajo, hacer diseños de calidad y ofrecer productos a precios competitivos y en tiempos de entrega ágiles. En otras palabras, la presión de la oferta forzó a la empresa a mejorar su paquete tecnológico.
- j) La empresa pasó también por una etapa en la que afrontó dificultades especiales para "digerir" expansiones en sus cargas de trabajo y en su escala productiva. Ello se presentó a mediados de los setentas. En 1974, el taller de maquinado era un cuello de botella para el resto de la planta. Tenía constantes sobrecargas de trabajo. El crecimiento de los pedidos siguió y se complicó cada vez más la organización del trabajo. Como primera solución, la empresa inició la subcontratación de talleres. Después, determinó crear un departamento de métodos para encarar los problemas organizativos derivados de la escala creciente y de inversiones casi anuales que empezó a hacer la empresa a fines de los setentas. Mas tarde, en 1979 ó 1980, el departamento creado para resolver estos problemas elaboró un manual de operaciones y se vió la conveniencia de aplicarlo en las nuevas filiales que fundó la empresa y en la propia planta.
- k) Generalmente los cambios en el área del producto generaron cambios en la tecnología de proceso. Vimos que la planta se instaló con maquinaria de segunda mano. Cuando la mezcla de productos se amplió en 1962 y 1963, se creó la necesidad de incorporar en la planta máquinas nuevas y mas modernas. A fines de los sesentas se modificó de nuevo el "mix" de bienes, hacia una mayor especialización y mejor calidad. Ello produjo requerimientos de maquinaria mas moderna. Finalmente, a mediados de los setentas, se decidió producir una mayor va-

riedad de equipos, para sistemas en paquete. Esto ocasionó alteraciones en las rutinas de trabajo y una mayor relación de subcontratación.

- l) Se observó una actividad de autofabricación de maquinas, equipos, herramientas y refacciones, tanto en la etapa de empresa filial de una transnacional, como en la época nacional. Esto se debió, principalmente a la escasez de oferta interna de tales bienes, elevados precios y entregas demoradas. Después, a fines de los setentas se creó el departamento de herramientas y métodos, en parte para la organización de estos esfuerzos de autofabricación y ajustes en el equipamiento.
- m) Se presentaron pocos rasgos "idiosincráticos" en el cambio tecnológico observado. Los que ocurrieron, como el referido a la autofabricación de equipamiento o a la elaboración de peculiares manuales de operación, se asociaron a la tecnología de proceso y se debieron a problemas locales de insumos básicos, equipamiento y calificación de la mano de obra. No hubieron más rasgos de este tipo en la historia analizada, particularmente no se registraron en el área del producto, posiblemente porque la empresa fué formal y grande desde un principio, además de que estuvo estrechamente vinculada a la tecnología de una empresa transnacional por seis años.
- n) Con respecto a los procesos secuenciales del cambio tecnológico, primero se observó una etapa de aprendizaje en el área del proceso, cuando la empresa era una filial, porque la matriz controlaba la tecnología de producto. Los primeros ajustes se hicieron en el equipamiento y en la organización, debido a la crisis y a cambios en la mezcla de productos que ocurrieron en los primeros cinco años. Después se puso una mayor atención al producto, se observó una rápida fase de aprendizaje, y pronto se comenzaron a generar diseños propios. El hecho de que la empresa producía a pedido y bajo diseño individual pareció ser el principal estímulo de este progreso, además de su desvinculación con la matriz. Y finalmente, se han hecho cambios importantes en la organización y se elaboraron manuales para la operación de la planta. La composición de la historia de esta firma, por una fase de dependencia respecto a una empresa transnacional y otra fase de independencia, parece explicar en buena medida esta senda de primero mejoras en proceso, luego en producto y después en proceso (u organización).

II. EL CASO DE LA EMPRESA "B", FABRICANTE DE PRENSAS Y GUILLOTINAS.

La historia de la empresa B, como la anterior, ilustra lo idiosincrático e imprevisible que ha sido el desarrollo de varias empresas mexicanas productoras de bienes de capital durante las décadas de los sesentas y los setentas, incluyendo su conducta tecnológica. El caso estudiado es el de una fábrica de máquinas-herramienta de deformación que tuvo una primera etapa virtualmente artesanal, cambió de propietarios -incluyendo capital extranjero- sobrevivió a una crisis, creció, se ha consolidado en el mercado mexicano y exporta a otros países Latinoamericanos. Los problemas económicos que ha tenido que afrontar la firma "B" no son muy distintos de los que explican en gran medida el escaso desarrollo de la producción de máquinas-herramienta en México.

En este capítulo presentamos tres etapas históricas en las cuales se puede dividir la trayectoria de la empresa estudiada. Se verá que en cada fase ocurren cambios tecnológicos diferentes, asociados a las diversas condiciones del ambiente micro y macroeconómico por las que va atravesando la firma. El primer período (1959-1963) podría denominarse etapa "artesanal". En esta fase se hacen los primeros esfuerzos por fabricar máquinas manuales para trabajar lámina. En la segunda etapa, que va de 1964 a 1977, la empresa se hace formal e "industrial", a la vez que una compañía extranjera participa en su propiedad, la controla y la transforma en su filial. En esta fase, la firma B tiene acceso inmediato a la tecnología de su matriz, produce máquinas más tecnificadas, exporta y enfrenta una crisis a mediados de los setentas. En la última etapa, después de 1977, un grupo corporativo nacional privado compra las acciones de la empresa y ésta logra un progreso espectacular en dos años.

1. Etapa artesanal (1959-1963)

1.1 Condiciones generales de la empresa.

La empresa fué fundada en 1959 por dos familias y se ubicó en la ciudad de Monterrey, Nuevo León. El capital inicial nacional fué de \$ 200.000.00. Básicamente, una de las familias aportó la mayor parte del capital y la otra, los conocimientos técnicos que tenía uno de sus miembros. Este técnico había trabajado en una empresa en Estados Unidos, ajustando y reparando diversas máquinas-herramientas y equipos, particularmente prensas y guillotinas. Originalmente, la empresa era un pequeño taller y comenzó a producir prensas dobladoras, guillotinas, punteadoras eléctricas de arco y herramientas (o "dados") para prensas. El taller ocupaba unas ocho personas. El mercado inicialmente se reducía a pequeños y medianos fabricantes de artículos de lámina (cajas, portapapeles, etc.) de la región noreste del país.

En 1962, el capital social aumentó levemente, y la empresa empezó a hacer maquinados subcontratados y a comercializar máquinas y accesorios importados, buscando incrementar sus ingresos y sobrevivir a una falta de pedidos.

Los datos del cuadro 6 y el gráfico 2 indican que los volúmenes de inversión en este período fueron relativamente bajos, con respecto a los que vendrían años más tarde. Este comportamiento corresponde evidentemente a un taller pequeño que

Cuadro 6. Trabajo, capital, ventas reales y productividad laboral en la empresa B, 1959-1980.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Año	Trabajo a/ (índice)	Capital b/ (índice)	Inversión c/ (índice)	Ventas reales d/ (índice)	Producti- vidad laboral (5)/(2) X100	Mano de obra directa entre ocupación total	Máquinas- herramienta adquiridas por año
1959	ND	5	6	ND	ND	ND	6
1960	ND	6	2	ND	ND	ND	3
1961	ND	6	1	ND	ND	ND	2
1962	ND	6	0	ND	ND	ND	0
1963	ND	80	100	ND	ND	ND	13 ^{e/}
1964	ND	131	77	ND	ND	ND	8
1965	ND	137	23	ND	ND	ND	5
1966	ND	127	1	ND	ND	ND	1
1967	100	124	9	73	73	.80	2
1968	97	114	1	92	95	.78	0
1969	100	109	5	87	87	.77	3
1970	103	100	0.3	100	97	.76	0
1971	95	92	0	88	93	.76	0
1972	95	85	0.2	83	87	.76	0
1973	105	88	14	87	83	.78	2
1974	144	82	1	106	74	.79	0
1975	147	116	55	107	73	.78	4 ^{e/}
1976	132	107	0	77	58	.75	0
1977	123	99	0	90	73	.73	0
1978	121	91	0	135	112	.73	0
1979	159	231	198	162	102	.67	6 ^{e/}
1980	220	ND	ND	271	123	.70	ND

a/ Índice del número de personas ocupadas.

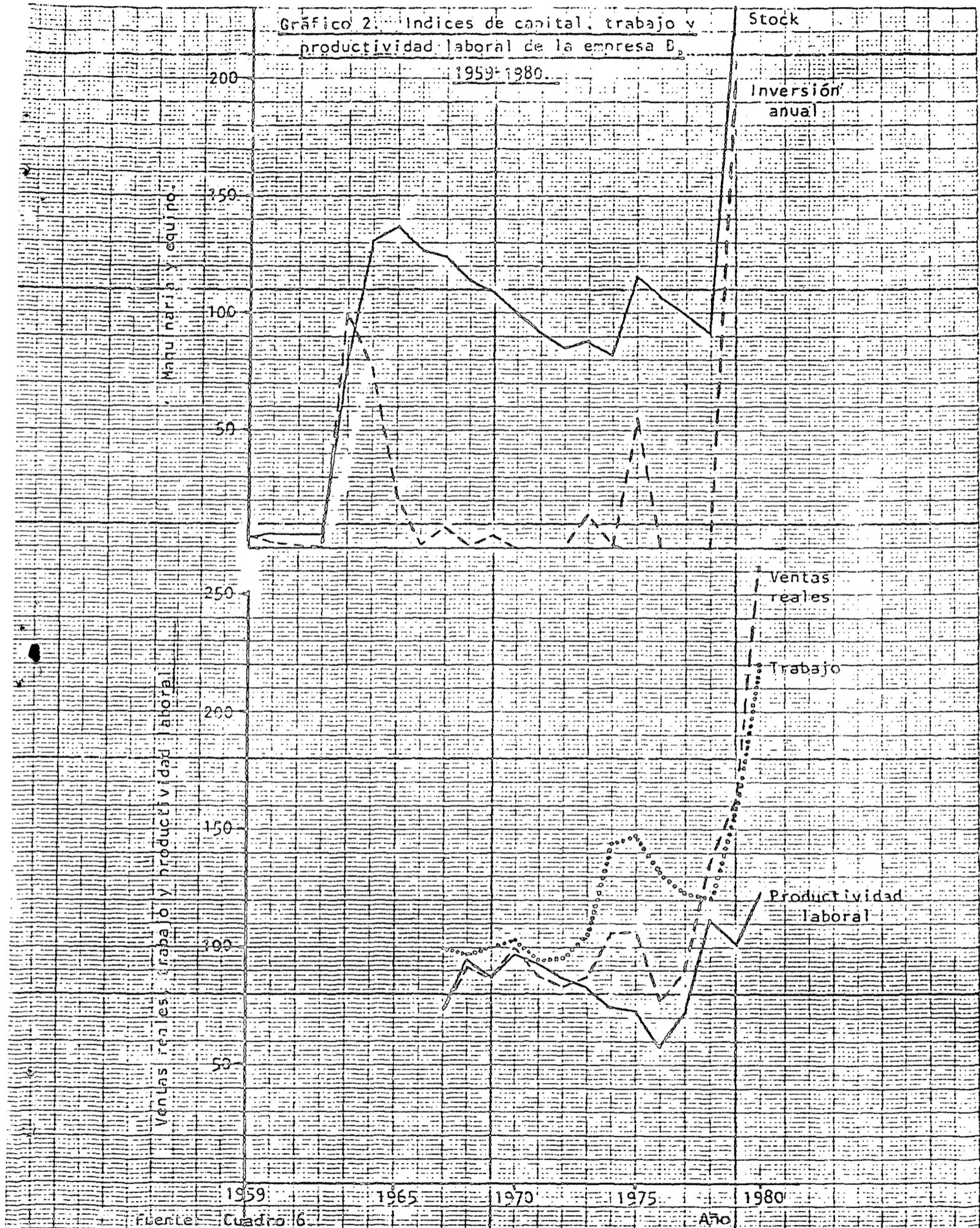
b/ Índice del stock de maquinaria y equipo a precios constantes, calculado con la fórmula $K_t = I_t + (1-d)K_{t-1}$, en la cual K_t es el stock de capital en el año t; I_t es la inversión del año t y d es la depreciación anual, estimada en 0.08. Para deflactar K_t , se utilizó el índice implícito de precios de importación de maquinaria industrial en México, calculado con base en los datos publicados en varios números de Comercio Exterior (1959-1965 y 1971-1979) y del Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos (1966-1970).

c/ Índice del valor anual de la inversión en maquinaria y equipo, deflactado por el índice de precios implícitos citado en la nota anterior.

d/ Índice de las ventas anuales a precios constantes, deflactados por el índice implícito de precios del producto interno bruto de la clase 3616 referida al concepto "otras máquinas y conjuntos mecánicos" del Banco de México, CP (E) 77/22, México D.F., 1977 (período 1967-1970), y del subgrupo 5112/13, correspondiente al concepto "maquinaria para madera y metales y para alimentos y bebidas" de las cuentas nacionales de la Dirección General de Estadística, disponibles en hojas mecanografiadas (período 1970-1980).

e/ En estos años la inversión se compuso totalmente de máquinas-herramienta.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos obtenidos del Registro Público de la Propiedad y la Cámara de la Industria de Transformación en las oficinas regionales de Monterrey, N.L., y deflactados con índices implícitos de precios de los conceptos y fuentes citadas en las notas b/ y d/.



luego aumenta notablemente su tamaño, y contrasta con la trayectoria de otros talleres Mexicanos que se han instalado con fuertes inversiones iniciales.^{15/}

En esta etapa, por lo que se ha dicho, la empresa era un taller informal creado por dos familias mexicanas, mediante las cuales se unían capital y conocimientos técnicos. No obstante haber producido máquinas-herramienta aparentemente aceptables, el taller afrontó inmediatamente dificultades económicas causadas por falta de órdenes y buscó remediarlas maquilando y revendiendo artículos importados.

1.2 Tecnología de producto.

La mezcla original de productos simples y los rasgos informales de su tecnología se aprecian en el cuadro 7. La producción de las primeras prensas, guillotinas y soldadoras, todas de accionamiento manual, se basaban en la concepción e imitación de otros modelos existentes, con base en la experiencia del socio técnico. En esta persona, por lo tanto, se concentraban los conocimientos en materia del producto. El determinaba los materiales, formas y dimensiones de las piezas, ensambles, acabados, etc. de cada máquina por producir.

1.3 Tecnología de proceso.

Así como la tecnología de producto estaba determinada por el socio técnico, éste también decidía los requerimientos de maquinado, soldadura, acabado, etc., así como el tipo de maquinaria y equipo por adquirir y la organización de la manufactura y el ensamble.

El tipo de maquinaria utilizada originalmente era universal, pequeña y simple (véase el cuadro 8). El taller tenía, por ejemplo, un esmeril de banco, una segueta mecánica, cepillo de codo, etc. En total, en esta época, la empresa contaba con alrededor de ocho máquinas, de las cuales, solamente una de ellas podía considerarse más complicada tecnológicamente, un cepillo de mesa de 244 cm. de capacidad. En los años siguientes al inicio de operaciones, el stock de máquinas no se amplió mayormente. En 1960 se incorporó un torno mecánico para metales, entre los equipos de mayor importancia, además de equipo de transporte y herramientas auxiliares.

2. Etapa de empresa industrial y subsidiaria de una firma extranjera (1964-1977).

2.1 Situación general de la empresa

En 1964 ocurrió un cambio determinante para la evolución de la empresa. En enero de dicho año, los socios decidieron que una firma norteamericana participara como socio mayoritario. Al parecer, esa empresa aceptaba invertir en el taller y convertirlo en una planta filial, con el objeto de penetrar en el mercado Mexicano.

^{15/} Por ejemplo, contrastan las primeras inversiones de este caso con el de la empresa A. Véanse los cuadros 1 y 7.

Cuadro 8. Inversión anual en máquinas-herramienta por tipo, 1959-1979 a/

(En porcentos)

Año <u>b/</u>	Universal	Semiautomática	Total
1959	100	0	100
1960	100	0	100
1961	100	0	100
1963	28	72	100
1964	85	15	100
1965	100	0	100
1966	100	0	100
1967	0.4	99.6	100
1969	100	0	100
1973	72	28	100
1975	87	13	100
1979	0	100 ^{c/}	100

a/ Las cifras se refieren al valor de adquisición anual a precios corrientes.

b/ Se incluyen sólo los años en que se compraron máquinas-herramienta.

c/ Se incluye una máquina automática transfer, la cual comprendió el 27% de la inversión de este año.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Registro Público de la Propiedad, en su oficina de Monterrey, N. L.

Cuadro 7. Características principales de los productos y la tecnología de la empresa B de 1959 a 1980.

Año	Productos nuevos	Cambios en la tecnología de producto	Cambios en la tecnología de proceso
1959-1963	Dobladoras manuales, punteadoras eléctricas de arco, prensas hasta de 50 tns. y "dados".	Máquinas accionadas manualmente. Concepciones de diseños y especificaciones propias, con base en la experiencia del técnico fundador de la firma.	Proceso semi-artesanal. Producción organizada por producto individual. El taller hace maquinados para otros
1964	Se abandonan las punteadoras. Se incorporan guillotinas de pedal, prensas hasta de 150 tons., cortadoras de lámina con motor eléctrico y cizallas mecánicas.	cálculos, dibujos y especificaciones de la matriz Estadounidense.	Nuevo "lay-out". Producción organizada por modelo. Importantes inversiones en maquinaria y equipo. Ya no se hacen maquinados para otros talleres.
1969	Se introducen guillotinas y cizallas motorizadas	Diseños y especificaciones de la matriz Estadounidense.	—
1973	—	—	La planta se muda de local, cambia levemente "lay-out" y se adquieren unas máquinas más.
1975-1976	Se incorporan prensas hasta de 400 tons.	Diseños y especificaciones de la matriz Norteamericana.	Inversión leve en maquinaria y equipo. Se comienza a subcontratar a otros talleres.
1978	Cizalla hidráulica.	Diseño y especificaciones propios	Organización por grupos tecnológicos con lotes de varios modelos
1979-1980	Se abandonan cizallas motorizadas y de pedal. Se incorporan prensas de 25, 55 y 90 tons.	Cambios en diseños anteriores: Menor tamaño y menos peso, a igual capacidad. Modificaciones del personal de la firma.	Se ejecutan las mayores inversiones en maquinaria y equipo

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos proporcionados por la empresa.

El nuevo socio incrementó el capital social de la empresa estudiada en 400%. La estructura de la propiedad quedó compuesta por 80% del socio extranjero y 20% de las familias fundadoras. El nuevo socio proporcionó maquinaria y equipo, financió gastos de instalación de la nueva planta y aportó una suma en efectivo, como capital de trabajo. El gráfico 2 y el cuadro 6 registran el cambio notable que tuvo el taller en su tamaño en 1964 y 1965. En estos años, se empezó una relación corporativa entre la firma "socia" y la empresa estudiada, siendo aquella la matriz y esta una subsidiaria. El nombre de la subsidiaria cambió, adoptando el de la matriz.

La matriz transfirió tecnología y marca para un nuevo "mix" de productos. La empresa estudiada abandonó la producción de punteadoras manuales. Continuó fabricando dobladoras manuales y las prensas originales, y comenzó la producción de guillotinas de pedal y prensas de mayores capacidades, hasta de 150 toneladas (véase el cuadro 7). Con el uso de la marca de la matriz, la cual era conocida y prestigiosa en el mercado mexicano, la subsidiaria empezó a ganar mercado. Por ello, y por no corresponder a la idiosincracia de los nuevos socios, dejó de hacer maquinados subcontratados. Con respecto a la comercialización de máquinas y refacciones importadas, la siguió llevando a cabo, pero ahora se hacía sólo de productos provenientes de la matriz.

En 1964, la empresa tramitó y obtuvo protección arancelaria contra la competencia del exterior para prensas, cizallas y guillotinas. Pero más tarde, por convenios en la ALALC, esta protección no se ejecutó.

En los primeros años de esta etapa, la empresa se transformó de un establecimiento informal y artesanal a uno formal e industrial, además de haber cambiado su propiedad (antes, nacional y después de capital mayoritario extranjero).

A fines de los sesentas, el socio técnico que fundó la empresa se separó de la misma, aparentemente por haber perdido su influencia en la toma de decisiones, incluyendo las de tipo tecnológico. Él decidió crear otra fábrica de prensas y guillotinas en la misma ciudad, y empezó a competir con la firma estudiada. En consecuencia, si antes de 1969 la empresa B era el único productor nacional de estas máquinas, a partir de ese año surgió un competidor local.

Si bien en los primeros años de operación la empresa estudiada ocupaba unas 10 personas, a fines de los sesentas empleaba 60 trabajadores. Luego de las fuertes inversiones de 1963-1965, y después de un lapso de transformaciones organizativas, la ocupación se mantuvo alrededor de esta cifra, de 1967 a 1973. En ese período, la productividad laboral tuvo altibajos. De 1967 a 1970, aumentó; y de 1970 a 1973, bajó (véanse el cuadro 6 y el gráfico 2). Estos cambios se asocian a los de la escala productiva y la mezcla de productos. De 1967 a 1970, el volumen de producción tendió a la alza y después, a la baja (véanse las ventas reales en el cuadro 6 y el gráfico 2). Por otro lado, la planificación de la manufactura y el manejo de la nueva maquinaria, después de la incorporación notable de equipos, personal y productos nuevos, pareció haberse absorbido eficientemente por los trabajadores y los técnicos de la planta, de tal manera que las nuevas rutinas del proceso productivo se ejecutaban cada vez con mayor productividad de 1967 a 1970. Pero luego, en 1969-1970 se incorporó la fabricación de nuevas guillotinas y cizallas motorizadas, imponiendo nuevas rutinas de trabajo, con efectos adversos en la productividad laboral.

En 1973 la planta se mudó a otro local, adoptó un nuevo "lay-out", adquirió

algunas máquinas más y contrató más personal. Ello correspondía a planes de expansión y fomento de la exportación. De hecho, desde fines de los sesentas (1967, aproximadamente), la firma inició la venta al exterior de dobladoras de lámina manuales. Pero se tenían algunos pedidos para Venezuela de prensas medianas, para ser enviadas en 1974, y se tenían proyectos de seguir exportando, además de promover las ventas internas. Tal actitud implicaba una lucha decidida con el competidor local por el mercado interno, y una estrategia de mercado a nivel latinoamericano de parte de la matriz. Para impulsar las ventas nacionales, la empresa decidió en esta época emplear distribuidores de máquinas-herramienta en las principales ciudades de la República Mexicana. Además, se empezaron a subcontratar maquinados, aproximadamente en 1974, para prensas grandes, con el fin de reducir costos (las prensas grandes se producían en lotes pequeños).

Las ventas crecieron de 1973 a 1975, pero aparentemente no lo hicieron a las tasas planeadas. Sus incrementos fueron menores a los aumentos en la fuerza del trabajo. Este hecho, aunado al cambio de lay-out y a la incorporación de otras máquinas, ocasionaron aparentemente leves disminuciones en la productividad laboral, la cual ya venía decreciendo (discretamente) desde 1970. En 1975, las ventas reales no crecieron y en 1976 cayeron, en una buena parte debido a la recesión económica del país, asociada al cambio de Gobierno. Esto obligó a la empresa a despedir casi el 30% de su personal. La productividad laboral continuó decreciendo. (Véase el gráfico 2.).

Con relación a esta crisis, es menester señalar que la liberación de las importaciones de máquinas herramienta procedentes de países Latinoamericanos, en el marco de los convenios de la ALALC, ha implicado una competencia intensa de la empresa estudiada con otras de Brasil y Argentina, y, consecuentemente, ha constituido un factor adverso para su desempeño económico.

El desempeño de la firma a mediados de los setentas fué decepcionante para la matriz. Además de frustrarse sus planes de expansión, ésta tuvo que acceder a disminuir el control de las acciones de su sucursal mexicana. En efecto, en estos años, la legislación Mexicana en materia de inversiones extranjeras propició un proceso de nacionalización de la propiedad de la empresa estudiada. La proporción del capital social que antes pertenecía a la matriz era 80%. Esta participación fué reduciéndose hasta quedar en 49% en 1975, aproximadamente.

El año 1977 fué de recuperación. Se logró el mayor volumen de exportación (el 30% de las ventas). Se vendieron a Venezuela, Centroamérica y Sudamérica prensas de 15, 100 y 400 toneladas de capacidad. Las ventas reales repuntaron y la productividad laboral recuperó su nivel de 1974-1975. (Véase el gráfico 2.) Por lo tanto, esta época termina con indicios de recuperación, después de haber afrontado una crisis en 1975 y, sobre todo, 1976. Finalmente, en 1977 la empresa ofrecía precios ligeramente menores a los del competidor local y similares a los internacionales^{16/}. Los principales productos eran prensas de cortina y cizallas motorizadas (cuadro 9).

^{16/} Nacional Financiera presenta una comparación de los precios de la empresa B con los del competidor local y varios extranjeros, en un informe hecho en hojas mecanografiadas.

Cuadro 9. Estructura de las ventas de la empresa B, 1976-1980

(%)

Producto	1976	1977	1978	1979	1980
Prensas de cortina	52	60	47	44	55
Cizallas hidráulicas	-	-	12	13	19
Cizallas mecánicas	6	5	-	12	10
Dobladoras manuales	4	7	12	16	7
Cizallas motorizadas	26	19	16	-	-
Cizallas de pedal	4	2	4	-	-
Dados refacciones	8	7	9	15	9
<u>Total</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por la empresa.

2.2 Cambios en la tecnología de producto

En los primeros años de esta etapa, creció la escala productiva y se empezaron a producir bienes nuevos. La empresa, como filial, tuvo acceso inmediato a la tecnología de la matriz. Esta circunstancia significó un cambio total en el papel desempeñado por el técnico-empresario que participó en la fundación de la firma estudiada. El fué desplazado por nuevos técnicos y por la experiencia de la matriz. Este fué un motivo importante para que él se separara de la empresa.

Como la ingeniería básica, los dibujos y las especificaciones de los productos provenían de la matriz, el personal de la subsidiaria se limitaba a interpretar dicha información técnica. No había un departamento de ingeniería de producto ni un área de diseño. Estas actividades se emprendían en las oficinas de la matriz. Ella decidía también los productos y las partes que la filial produciría, de acuerdo al equipo que esta ocupaba y la experiencia del personal.

En la planta estudiada se maquinaban las partes más sencillas y se ensamblaba la máquina. La firma norteamericana proveía las partes más sofisticadas tecnológicamente, así como los motores y equipos de mando. Con frecuencia se importaba acero, por los problemas con los proveedores nacionales en cuanto a tiempos de entrega y niveles de calidad. El grado de integración era relativamente bajo y la empresa se consideraba básicamente como un taller de ensamble.

Algunos de los diseños de máquinas que salieron al mercado cuando se creó la sociedad con la firma norteamericana, ya se venían elaborando con anterioridad por la empresa estudiada. Tal es el caso de las guillotinas de pedal y las prensas de 60 y 90 toneladas de capacidad. Los ingenieros de la empresa estudiada ya habían iniciado estudios sobre estos diseños, pero los dibujos definitivos los terminó la matriz en esta época.

Al transformarse la empresa en filial, se ampliaron las posibilidades de diversificar productos y aumentar la producción, en base a la experiencia del personal de la empresa y a la tecnología de la casa matriz.

Aproximadamente cuatro años después de concretada la sociedad con la firma norteamericana, ésta decidió comenzar a traer de la casa matriz, guillotinas más

sofisticadas que las de pedal que se producían en la empresa. A juicio de los norteamericanos, este diseño planteaba requerimientos de manufactura que no podía satisfacer la subsidiaria.

Al introducir estas máquinas al mercado nacional, y como resultado de su aceptación, la casa matriz decidió simplificar el diseño original para que pudieran ser fabricadas en México. Fue así que surgió un primer modelo de cizalla motorizada y lo manufacturó la filial en 1969-1970. Sin embargo, a pesar de la sencillez del modelo, las dificultades de manufactura surgieron de las características de los materiales mexicanos. El embrague mecánico de esta máquina sufría un fuerte desgaste por el choque de los engranes, por lo que requería de un acero demasiado resistente que no se fabricaba en México. El costo operativo de este problema resultaba muy alto, pues al cabo de tres meses el embrague se desgastaba por completo y requería ser sustituido.

Los nuevos diseños correspondían a máquinas de mayor capacidad y automatización que permitieran complementar los equipos sencillos que se habían producido con anterioridad. Se buscaba producir equipos complementarios para trabajar lámina (cortado y doblado).

Estos cambios en diseños coincidieron con una baja en la escala de producción, a principios de los setentas, y su efecto aparente sobre la productividad laboral fué negativo (véase el gráfico 2).

En 1974, cuando en la empresa estaba ocurriendo un proceso de nacionalización que implicaba una pérdida de control de acciones por parte de la matriz, cambió la estructura administrativa de la empresa y la nueva directiva decidió crear un fondo de reserva interno con el 5% de las utilidades, cuando menos, hasta alcanzar el 20% del capital social. Entre los propósitos de este fondo se comprendía, por primera vez, el financiamiento de actividades de diseño y de prototipos nuevos (acerca de los cuales varios continuaban en desarrollo en 1980). Aunque en la ejecución de estos recursos se dió prioridad a la adquisición y reconstrucción de maquinaria y equipo, de hecho se destinaron fondos al área del producto.

En ese año, un grupo reducido de técnicos que venían trabajando en la empresa empezó a investigar, de tiempo parcial, nuevos cálculos, diseños y prototipos de prensas, cizallas y guillotinas, con el interés de reducir su tamaño y peso, a una capacidad y resistencia determinadas.

Esta etapa concluyó incorporando, en el "mix" de productos, prensas más pesadas y de mayor capacidad (400 toneladas de capacidad), con diseños de la matriz.

En estos años (1976 y 1977), las prensas de cortina chicas -de 15 toneladas de capacidad- y las cizallas motorizadas eran los principales productos de la empresa (véase el cuadro 9). Las cizallas motorizadas requirieron de diseños especiales, hechos por la matriz. Además de estos bienes, la firma producía dobladoras manuales y "dados" para dobladoras. Las prensas de cortina, particularmente las grandes, disponían ya de mecanismos de control más tecnificados que los del competidor local y mejores tipos de engranes. Estas partes eran importadas desde la matriz. Los engranes que se fabricaban en la planta mexicana eran los de tipo más pequeño, para cizallas.

2.3 Cambios en la tecnología de proceso

Esta época comenzó con un lapso de ajustes organizativos y tecnológicos derivados de los cambios ocurridos en la empresa, tanto en su propiedad, en su tamaño y en su naturaleza (de pequeño establecimiento nacional a una empresa media na filial de una corporación extranjera). Inmediatamente se hicieron inversiones importantes en equipamiento, creció la escala productiva tremendamente, se instaló una nueva administración, se estableció un lay-out diferente, se adoptaron nuevas técnicas de maquinado, mantenimiento, ensamble, acabado y control de calidad y se dejó de hacer maquinados para otras empresas. Estos cambios fueron decididos y ejecutados por la nueva administración. De manera similar que en el campo del producto, el técnico-empresario fundador de la empresa fué dejado de lado en esta serie de cambios efectuados en el área del proceso. Evidentemente, la fuente de la nueva tecnología fué la matriz. En el consejo administrativo de la empresa estudiada se designó presidente a un representante de la matriz, y también, director general de la misma.

Desde fines de 1963 se empezaron a incorporar nuevas máquinas. Las máquinas adquiridas en los años de 1963 a 1965 incluyeron varias semiautomáticas, lo cual representó una modernización del taller.

La disposición de máquinas en el nuevo "lay-out" correspondía a una organización funcional. La producción se empezó a planificar por modelo; es decir, el tamaño de los lotes dependía del número de máquinas que se debían producir para un solo modelo. A diferente modelo, correspondía un lote diferente. Los lotes eran chicos, aproximadamente de una a cinco unidades. Dentro de la nueva organización fabril se dejó de maquinar ordenes subcontratadas por otras empresas.

El aumento notable en la escala de producción, la adopción de un sistema productivo funcional superior al artesanal y el uso de máquinas mas modernas provocó incrementos en la productividad laboral, de 1966 a 1970.

En 1969 y 1970 se amplió la mezcla de productos. Esto requirió de una mayor flexibilidad en la planificación de la manufactura. Este hecho y una baja anual en el volumen de producción, ejerció una influencia importante sobre la productividad laboral hacia la baja, de 1970 a 1973. En este año, la fábrica se mudó de local y efectuó varias modificaciones en el lay-out. La escala productiva continuó disminuyendo y el "mix" de productos se amplió todavía mas, incorporando máquinas grandes y pesadas que requerían diferentes maquinados que las prensas medianas, y pequeñas "tradicionales". Ello dió lugar a que la productividad laboral continuara decreciendo hacia 1976.

La introducción de los modelos mas pesados y grandes ocurrió en un ambiente de crisis y de mercado competitivo, de tal manera que la empresa decidió en 1974-1975 empezar a subcontratar a otros talleres para el maquinado simple de varias piezas de tales máquinas, que se comenzaron a producir en lotes reducidos (una o dos unidades).

En 1977 aumentó la escala de producción. Se produjeron 130 prensas dobladoras y cizallas. Los lotes fueron de 15 unidades pequeñas, hasta 3 unidades grandes. La productividad aumentó, recuperando los niveles que se habían logrado tres años atrás (véase el gráfico 2).

De lo que se ha dicho hasta aquí, se puede identificar una senda de cambios tecnológicos. Primero se pasó por una etapa de recepción de tecnología en paquete, mediante la relación matriz-filial. Posteriormente, hubo un proceso de aprendizaje y absorción de la tecnología recibida, en el que se aprecia que la productividad laboral fué aumentando. Finalmente, una contracción en la demanda de la empresa, que implicó reducir paulatinamente su escala productiva y después despedir el 30% del personal, obligó al personal a "ajustar" el paquete de tecnología absorbido a las nuevas condiciones, buscando una mayor racionalidad, particularmente en materia de organización fabril. Así, se empezó a subcontratar el maquinado relativamente simple de piezas grandes en lotes que eran pequeños. También, es interesante observar la relación que existe entre el cambio tecnológico en el área del producto y el del área del proceso. Los nuevos diseños introducidos en la mezcla del producto (en 1969-1970 y en 1973-1974) cambiaron la distribución relativa de las cargas de trabajo en los diversos tramos de la manufactura, "desbalanceando" la línea del proceso. Estos desequilibrios se resolvieron con la subcontratación, a mediados de los setentas. En 1977, cuando esta etapa llega a su límite final, el personal técnico y obrero ya manifestaba un dominio de la tecnología en uso.

3. Etapa de empresa industrial nacional (1978-1980)

3.1 Situación general de la firma.

Pese a las posibilidades de un repunte en las ventas y la productividad, y a pesar de haber exportado un lote importante de productos, la matriz decidió en 1978 vender sus acciones a un "holding", de capital privado nacional. Este grupo de inversionistas también compró el resto de las acciones que pertenecían a una de las familias fundadoras y a varias personas. Por lo que respecta a los motivos de la matriz para ceder sus acciones, además de que el desempeño de su filial mexicana había sido frustrante, ella misma —la matriz— se encontraba con problemas financieros y requería de capital. Había perdido prestigio y mercado en el ámbito internacional, siendo desplazada por oferentes de máquinas más ligeras, modernas y baratas.

Con los nuevos propietarios, la empresa cambió sus directivos y adoptó una nueva manera de tomar sus decisiones. En 1979 se efectuó la inversión mas elevada a precios constantes, que ha hecho la empresa en toda su historia

Además de nacionalizarse y modernizarse, la empresa creció. Sus ventas reales se duplicaron de 1978 a 1980. La productividad laboral alcanzó, en 1978 y 1980, niveles nunca antes logrados, presentando tendencias crecientes (véase el gráfico 2 y el cuadro 6). En este progreso notable, la planta trabajó a escalas productivas que casi duplicaban las anteriores e hizo uso de una mayor racionalidad organizativa. La ocupación aumentó en 80% entre 1978 y 1980.

En cuanto a su participación en los mercados, la empresa es hoy líder en el de prensas a nivel nacional. Cubre el 60% de la producción local.^{17/} En esta

^{17/} Considerando las prensas de importación, además de la producción nacional, la empresa cubre alrededor de 45 ó 50% de la demanda interna. La competencia extranjera corresponde a equipos provenientes de países miembros de la ALALC. Tal es el caso de las marcas "Diamond" y "Río Negro", de Argentina. Las primeras son consideradas de diseño relativamente antiguo, robustas y muy durables. De Brasil, la marca "Newton" y otras cinco marcas, han penetrado en el mercado nacional sin cargos de aranceles, con base en convenios establecidos entre los países miembros de la ALALC. Recientemente, ha penetrado en el mercado la marca española "Casanova" con prensas de buena calidad y a buen precio.

rama, es una competidora de cierta importancia en América Latina. En el ramo de las guillotinas, la participación de la firma B en el mercado interno se compara con la de su competidora local. ^{18/}

La participación de sus exportaciones en el total de ventas fué 12.5% en 1979 y 6%, en 1980. Directivos de la empresa reconocen que las exportaciones podrían mantenerse en proporciones pequeñas, con respecto a las ventas nacionales, o aún disminuir, si no se modifican sus diseños, reduciendo peso y tamaño, si el precio interno del material básico —acero— continúa siendo mayor que el de Brasil y Argentina, ^{19/} y si no racionaliza más su proceso, para bajar costos.

Hoy los clientes de la empresa corresponden a diversos giros. Se encuentran fabricantes de equipos de transporte, la industria automotriz (en general, los armadores como Ford, VW, etc.), fabricantes de cocinas y estanterías (como PM Steel, DM Nacional, Productos Pimienta), paileros (como Cerrey), fabricantes de plataformas petroleras (como el caso de Landermot), otras empresas como Pemex, Ferronales, I.M. Romo, Conductores Monterrey y en general todas aquellas fábricas metalmeccánicas y algunos talleres mecánicos de plantas de proceso, que cortan y doblan placa y lámina. De las industrias que absorben la mayor parte de su producción se encuentran en primer lugar la industria automotriz, en segundo lugar pailería y en tercer lugar la industria de la construcción de estructuras metálicas.

3.2 Cambios en la tecnología de producto.

Al desvincularse la empresa del grupo corporativo transnacional en el que estaba, se deshizo su relación tecnológica con la anterior matriz. Sólo se siguió usando la marca, porque con ella eran conocidos los productos en el mercado.

En los años de la "era nacional", destacan cinco hechos asociados a la tecnología de producto:

- Se crea un departamento de ingeniería de producto.
- Los problemas de costo derivados de los insumos básicos nacionales influyen en la orientación de las actividades de IDE en la firma hacia la búsqueda de menor peso y menor tamaño para similar capacidad.

^{18/} La ingerencia de las marcas extranjeras en este rubro es superior. La empresa cubre alrededor de un 25% de la demanda interna. Los equipos importados son considerados de mayor calidad y mejor precio.

Los principales competidores Latinoamericanos, con respecto a prensas y guillotinas, son los oferentes de Brasil y Argentina. En general, parece ser que la posición de las empresas de México en el mercado de máquinas-herramienta, respecto a las de estos dos países miembros de la ALALC, es desventajosa. Concretamente, esta circunstancia ha sido adversa para el desempeño de la empresa estudiada, tanto en el mercado Mexicano, como en el Latinoamericano.

^{19/} De acuerdo a una investigación reciente que realizó la propia empresa en Venezuela, Colombia y Ecuador, los precios de sus prensas y guillotinas, están por arriba de los de la competencia, y en algunos casos también el de las dobladoras manuales. Sin embargo, a pesar de esto, la empresa sigue exportando debido, en gran medida, a que ésta cuenta con mejores tiempos de entrega que otras empresas extranjeras.

- Se manufactura en la planta la primera máquina con un diseño propio y se programa el lanzamiento de nuevos modelos propios.
- Se incorporan controles microelectrónicos en algunos productos de la empresa.
- Se busca ampliar el "mix" a otros tipos de máquinas-herramienta de deformación.

Revisemos la evidencia en torno a tales aspectos. Con respecto a la organización formal de la ingeniería de producto, había el antecedente en la empresa, desde 1974, de haberse creado un fondo de reserva interno, en parte para financiar el desarrollo de esta tecnología, y en ese entonces un pequeño grupo de técnicos empezó a trabajar de tiempo parcial para ese fin. Para 1980 ya existían algunos diseños y prototipos propios. La actividad de estos técnicos era productiva y conducía a una mayor organización de sus esfuerzos. Por otro lado, cuando el personal directivo y varios empleados de confianza se separaron de la empresa en el momento que se transfirió la propiedad de la anterior matriz a los nuevos accionistas, quedaron copias de los dibujos de algunas piezas y productos, sin nomenclaturas y faltantes de especificaciones. Esto creó la necesidad de organizar el material y la información existentes, así como de reponer lo faltante. También por esta razón se decidió organizar el departamento de ingeniería referido. Este departamento procedió a impulsar la investigación de sus técnicos y a organizar una lista de materiales referidos a todos los modelos, una codificación de partes componentes y la especificación (incluyendo dibujos) de los procesos detallados para la manufactura de piezas, buscando similitudes de maquinados para determinar lotes "aditivos" de mayor tamaño a los tradicionales. ^{20/} Estas tareas han ocupado la atención de aproximadamente cuatro personas de tiempo completo (un turno) durante todo el año de 1981. Como consecuencia de estas actividades, la empresa podría fabricar productos más ligeros, más operativos, más tecnificados y más baratos que los anteriores. De hecho, ya lo ha logrado parcialmente, como lo veremos más adelante. Con respecto a los resultados de la organización de lotes "aditivos", no tenemos evidencia relativa a la firma, pero podemos plantear que permitirán ahorrar tiempo en la preparación de las máquinas y el traslado de material, reduciendo costos unitarios, y dejará abierta la conveniencia de linearizar más el proceso. ^{21/} La desventaja competitiva de la empresa frente a otras de Brasil y Argentina, podría así ser reducida.

En lo que se refiere a la relación entre los problemas de insumos básicos locales y la orientación de la actividad innovadora de productos, parece reforzar la tendencia que sigue la frontera tecnológica, reduciendo peso y tamaño. El

^{20/} Los lotes "aditivos" fueron históricamente un primer paso en la evolución de sistemas manufactureros, tendiente a aumentar el tamaño del lote con similitud de maquinados. Los otros pasos en esta evolución racionalizadora fueron dados hacia una mayor linearización del proceso metalmeccánico de plantas con lotes chicos y medianos. En tal evolución han surgido varios tipos de organización fabril intermedios entre el sistema funcional y el lineal, llamados "grupos tecnológicos". Véase E.A. Arn, Group Technology, Springer-Verlag, Berlin, 1975 (Prefacio y capítulo 2).

^{21/} Sobre el impacto de los lotes "aditivos" y los grupos tecnológicos en el ciclo del producto, costos, etc., de una planta metalmeccánica mexicana, véase A. Mercado y P. Toledo, Ob.cit.

símple hecho de que la firma produzca máquinas grandes y pesadas, significa que utiliza cantidades de acero relativamente elevadas, y a precios también relativamente altos, en comparación con Inglaterra, Estados Unidos, Brasil y Argentina. Ello implica una desventaja competitiva importante, y puede explicar en parte la reciente tendencia hacia la baja de la participación de las exportaciones en las ventas de la empresa estudiada. Los directivos y técnicos señalan que la mayor parte del insumo es placa de acero, y se quejan de que los proveedores nacionales cometen errores en los calibres y otras especificaciones solicitados, los envíos son demorados y los precios, altos. Cuando los calibres son diferentes a los requeridos, por ejemplo, la placa tiene que ser cortada, enderezada y cepillada en la planta, antes de ser utilizada directamente en el proceso productivo. Esto significa, evidentemente, más tiempo de trabajo y de uso de máquinas que cuesta un dinero extra a la empresa. Por estas razones, el personal de ingeniería de producto fué instruido explícitamente por los directivos para buscar modelos menos pesados y más pequeños. También, la empresa intenta importar materiales siempre que es posible.

Con relación al tercer punto de los mencionados anteriormente, referido a la manufactura de modelos propios, se fabricó el primero en 1978. Corresponde a una cizalla hidráulica que fué vendida a un taller que trabaja subcontratado y el cual empezó a utilizar la máquina dos turnos —ocasionalmente, tres turnos—. La máquina presentó una falla en una pieza, que se le reparó al usuario, y fué rediseñada para una ulterior fabricación. En esta máquina había trabajado con especial atención el grupo de técnicos que inició investigaciones de producto desde la anterior administración. Este producto representa un símbolo de ingeniería propia que distingue el esfuerzo hecho localmente, de los diseños, cálculos e instrucciones traídos de la anterior matriz estadounidense. Examinando el cuadro 9, se aprecia que los principales productos, de siete tipos, eran las prensas y las cizallas motorizadas, de 1976 a 1978. También se observa que en 1979 y 1980 ya no se produjeron cizallas motorizadas, y que en 1980 los principales productos fueron las prensas y las cizallas hidráulicas. La cizalla motorizada requirió de ajustes especiales, hechos por ingenieros de la matriz estadounidense, para simplificar su manufactura y que pudiera ser fabricada por la empresa estudiada, años atrás, y representaba la ingeniería de producto del "socio" extranjero. Las cifras del cuadro 9 indican, por lo tanto, que una vez desligada la empresa de la matriz estadounidense, abandonó la manufactura de ese diseño extranjero especial y promovió, aparentemente con éxito, uno propio.

En 1981, se tenía planeado lanzar versiones modificadas de prensas dobladoras de cortina de 25, 55 y 90 toneladas. Los ajustes de diseño sustituyen el embrague mecánico por uno de tipo neumático que elimina los problemas de rápido desgaste del embrague y mejora su funcionamiento. En cuanto a la cizalla de pedal se había decidido discontinuarla por costosa, compleja, y poco redituable. La cizalla motorizada estaba por ser sustituida por un nuevo modelo de diseño propio, más sencillo para su construcción.

Con respecto a la incorporación de "chips" en el control de máquinas producidas por la empresa B, ello se efectuó en 1981. Se incorporó un microprocesador en varios modelos de prensas de cortina para un sistema de tope automático. Mediante este microcircuito, la dobladora obtiene una producción más alta y exacta. El microprocesador puede operarse en forma normal desde el control o en forma automática con cada golpe de la prensa. El control

puede ser usado para programar una pieza a la vez, o para almacenar hasta 60 programas. Puede retraer el golpe, además de ejecutarlo. La microelectrónica también se pensaba aplicar a los diseños simplificados recientemente de cizallas motorizadas, incorporando un mecanismo de control, por medio del cual se regulaba la capacidad de corte, flexible y programable, para placas o láminas de variados calibres, y se podía detener automáticamente la máquina. Estas máquinas cortadoras y las dobladoras, con "chips", posiblemente tengan éxito en fábricas de muebles, carrocerías para autos y pailería, que utilicen placas de diversos calibres.

Finalmente, en lo referente al "mix" de productos, la empresa ha estado estudiando la posibilidad de incorporar otro tipo de máquinas-herramienta de deformación, como cortadoras de varilla, cortadoras de tubos y dobladoras de tubos. La empresa sabe que no hay productos locales de estas máquinas y que es grande la demanda nacional, sobre todo la de talleres paileros y fábricas de equipo de proceso. La firma parece aspirar a un liderazgo nacional en máquinas-herramienta de deformación.

3.3 Cambios en la tecnología de proceso.

En 1979, un año después del cambio de propietario, la empresa invirtió en maquinaria y equipo el volumen más alto de inversiones hecho hasta la fecha. Ella adquirió cinco máquinas semi-automáticas y una automática (cuatro cepillos hidráulicos de mesa, una mandriladora horizontal de columna y una transfer que rectificaba, mandrila y taladra). Para la planta de tamaño mediano y de equipamiento principalmente universal, esta adquisición significó un gran aumento en su escala productiva y una mayor automatización de sus operaciones. Este hecho, combinado con un mayor volumen de producción, generó incrementos en la productividad laboral hacia niveles nunca antes logrados (véase el gráfico 2).

La adquisición de esta maquinaria no implicó una reubicación de las demás en la planta, sino que sólo involucraron una extensión del "lay-out" anterior. La organización fabril seguía siendo esencialmente funcional, pero es preciso observar que con este arreglo del equipamiento, se estaba organizando un grupo tecnológico (GT) de tipo centro.^{22/} Los trabajos del departamento de ingeniería en materia de diseños y especificaciones de productos, estaban organizando lotes "aditivos", como ya se explicó en la sección anterior, y a mediados de 1981 se tenía el plan de manufacturar tales lotes sin cambiar el "lay-out"; sin linearizarlo. Este GT de centro, constituye el grado más elemental, dentro del espectro de varios GT que buscan maximizar las economías de escala para lotes tradicionalmente heterogéneos y de tamaño chico o mediano. Pero es adecuado para plantas que manufacturan un número reducido de lotes y que su variación es caprichosa, según los pedidos que se obtengan. Este GT permite reducir tiempos de preparación de las máquinas, y simplifica el entrenamiento, al asignar los requerimientos similares de maquinado, de acuerdo a los principios de la planificación

^{22/} Arn distingue tres tipos de grupos tecnológicos: de centro, de célula y de línea. El de centro tiene un "lay-out" funcional pero se manufacturan lotes "aditivos". El de célula contiene una parte de línea y otra funcional, en tanto que el de línea se compone de varias partes en línea, utilizando todos ellos lotes heterogéneos "aditivos". Entonces el grupo tecnológico de centro es el más alejado de la línea. Véase E.A. Arn, Ob.cit.

de las secuencias. Sólo haría falta analizar y planificar inversiones en máquinas-herramienta de control numérico computarizado (CNC) y, particularmente, centros de maquinado, para los diversos programas que implican las distintas familias de piezas similares. Con esta maquinaria se ahorrarían más tiempos de trabajo indirecto, como los de preparación de máquinas y traslado de material.^{23/} Los directivos de la empresa entrevistados han hecho este tipo de consideraciones para un próximo futuro.

Aunque la mayor escla productiva, la mayor automatización y la gestación de GT en la planta han sido los principales cambios en materia de la tecnología de proceso, han ocurrido otros menores que no deben ser ignorados. Uno de estos se refiere a la introducción de capacitación formal. Este cambio tiene cierta importancia para la productividad de la planta. La calidad de los productos ha dependido mucho de la destreza del maquinista, porque el maquinado y el ensamble de los productos es variado —según los modelos que se programen— y porque aún no se han utilizado máquinas-herramienta CNC, ni se ha logrado una mayor standarización (y aún los lotes "aditivos" no se terminaban de organizar en el momento de recabar esta información). La empresa ha requerido de obreros calificados, que sean técnicos medios con dos o tres años de instrucción. Debido a esta necesidad y dada la escasez que se ha sentido en el momento de buscar nuevas contrataciones, se pusieron en marcha programas de adiestramiento para nuevos aprendices, bajo contratación temporal, en 1980. Estos programas se imparten en las tardes y las noches, y se combinan con el trabajo práctico, de ensayo y lento, en la propia planta. Se están capacitando obreros que se puedan rotar en varios oficios.^{24/} Antes, en 1978-1979, la empresa recurrió a un centro de capacitación nacional, ARMO, el cual impartió pláticas y cursos, para preparar mecánicos y soldadores a nivel de técnico medio. Pero en la realidad ello no se apegó a los requerimientos de la firma, a juicio de ésta. A otro nivel, se imparten cursos bimestrales a técnicos y supervisores, relacionados tanto con aspectos específicos del proceso productivo, como con relaciones humanas, tácticas de mando, etc. También se imparten cursos al personal administrativo y a nivel gerencial.

Por otro lado, ha habido un incremento en la relación de subcontratación entre la empresa estudiada y un número de talleres. Alrededor de un 20% de las piezas que componen los productos se subcontrata a 25 talleres pequeños. El 15% del costo de producción correspondió a los pagos a tales talleres, en 1980. Se ha intensificado más la "maquila", porque la nueva administración busca reducir costos y bajar las presiones obreras sobre la marcha de la planta.

23/ Véase Ibid. Tampoco debe ignorarse una reorganización del "lay-out" hacia una mayor linearización. Un estudio de la OIT demuestra que la distancia del recorrido medio de varias piezas pueden reducirse hasta en 80%, con beneficios para los tiempos de entrega y para ahorro de costos. Véase Oficina Internacional del Trabajo, Introducción al estudio del trabajo, Ginebra, 1966, capítulo 9.

24/ Esta necesidad de capacitación, implicando cursos largos, complejos y costosos, se podría eliminar —o reducir— si se planifican mejor los requerimientos de manufactura en los lotes "aditivos", si se standariza más y, sobre todo si se adquieren máquinas-herramienta CNC. Véase A.Mercado y P.Toledo, Ob.Cít., último capítulo.

4. Características del proceso productivo

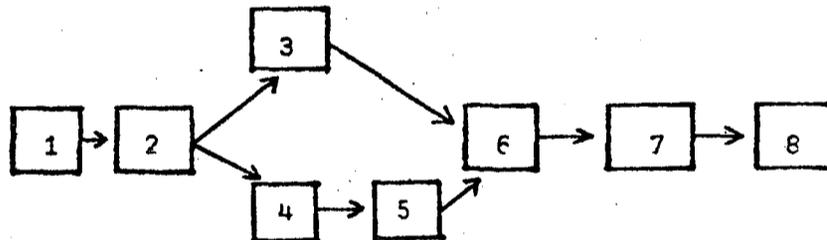
La empresa se encuentra instalada en un espacio de 3,000 m². El área de fabricación cuenta con 950 m² construidos y está formada por dos naves industriales de tamaño mediano, seccionadas en tres partes que componen los distintos departamentos.

El proceso productivo se encuentra dividido en tres departamentos, además de algunas actividades auxiliares que no llegan a constituir departamentos en sí.

El primer departamento del proceso productivo es el de maquinado pesado. En éste, se arma la estructura básica de la máquina; además, se soldan varias piezas. En segundo lugar, se encuentra el departamento de maquinado fino, donde se realizan los trabajos de fresado, torneado, esmerilado, etc. de engranes y piezas pequeñas que componen la máquina. El tercer departamento es el de ensamble. Aquí se realiza el armado final de las partes que provienen por un lado del maquinado pesado y por otro, del maquinado fino. Además de estos tres departamentos esenciales, se llevan a cabo algunas actividades fuera de ellos como: el control de calidad, el ajuste y la prueba.

El proceso de producción incluye las siguientes fases:

- (1) Conocimiento del módulo de equipo a producir
- (2) Abastecimiento de materias primas y materiales
- (3) Proceso de maquinado pesado
- (4) Proceso de maquinado fino
- (5) Stock de piezas terminadas más las compradas
- (6) Ensamble
- (7) Control de calidad
- (8) Ajuste y prueba.



La mayor parte de la maquinaria y el equipo se encuentra en los departamentos de maquinado fino y de maquinado pesado (90% del total).

El maquinado pesado cuenta con el 30% del valor actual de maquinaria y equipo. Ocupa las máquinas más grandes y costosas, como son el torno revólver, la mandriladora, etc. Emplea el 30% de la mano de obra. El departamento consta de las siguientes áreas de trabajo:

- (1) Almacén de materias primas

(4% del personal). El tercer departamento es el de ingeniería (5% del personal) y el cuarto, el de producción (86% de la ocupación). A continuación se describen las funciones de los tres últimos departamentos.

La función del departamento de planeación y comercialización es el manejo de las ventas, y el control y servicio a clientes. Además este departamento estudia el mercado, para la introducción de nuevos productos.

El departamento de ingeniería incluye tanto la ingeniería de productos, como la de proceso, incluyendo el control de calidad. Sus actividades se han encaminado a investigar modificaciones de productos, organizar lotes "aditivos" y elaborar secuencias de proceso.

El departamento de producción, incluye la fabricación directa de los productos, el mantenimiento de la maquinaria y equipo, y el control de todos los talleres, externos a la planta, que les realizan trabajos de maquila. Este departamento incluye 15 personas a nivel supervisores, capataces, jefes de secciones, etc. y alrededor de 120 obreros calificados y no calificados (90% son calificados). Controla las áreas de maquinado pesado, maquinado fino y ensamble.

Recientemente, se han aplicado sistemas computarizados para el control de ventas, inventarios, almacenes y otros registros administrativos. La empresa ha optado por establecer concretamente un sistema automático de seguimiento de los pedidos y órdenes de compra que asegure el abastecimiento particular de las materias primas y materiales que se requieren, en vista de que sus plazos de entrega han sido cada vez mayores.

6. Conclusiones

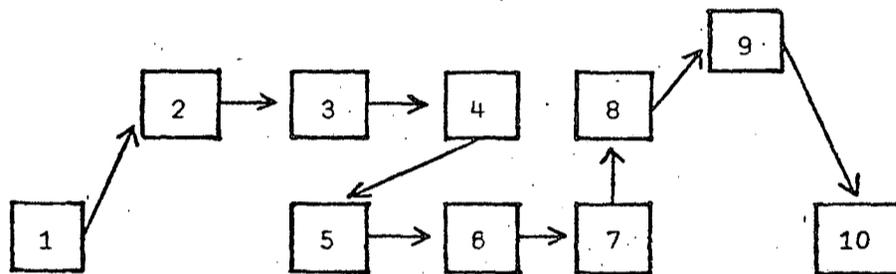
El material presentado aquí revela lo peculiar que es el desarrollo de esta firma, y la forma en que ha encarado sus problemas. Esta evidencia da base para concluir lo siguiente:

- a) Las crisis de la firma, ante la disyuntiva de cerrar o renovarse, provocaron cambios en su estructura de propiedad, en la mezcla de productos, en el mercado destinatario de sus productos (de la venta nacional a la exportación) y en su tecnología. En este caso, una causa del cambio tecnológico, por lo tanto fué la crisis de la empresa.
- b) El personaje que crea la empresa estudiada, el técnico-empresario, sale desplazado por el capital de una corporación transnacional. En otra empresa de máquinas-herramienta Argentina el fundador técnico también salió de la misma,^{25/} pero ello no sucedió en otras firmas Latinoamericanas productoras de equipo alimentario que fueron fundadas también por un técnico.^{26/} En el mercado Latinoamericano de máquinas-herramienta, la marca y el tamaño de planta han sacado de la escena al técnico-empresario. Por lo que concierne al equipo alimentario, el dominio del proceso en que éste se aplica y la disposición de de capital han mantenido al técnico-empresario.

^{25/} Véase A. Castaño, J. Katz y F. Navajas, Ob. cit.

^{26/} Véase A. Mercado y L. Lombó, ob. cit. y H. Nogueira Da Cruz, Ob. cit.

- (2) Pantógrafo (cortados con oxígeno acetileno a base de plantillas)
- (3) Prensa enderezadora
- (4) Cepillo fresador (algunas de las piezas pasan a cepillado)
- (5) Soldadura
- (6) Pulido con arena o Sand Blast
- (7) Pulido a mano
- (8) Pintura de fondo (aplicación de antioxidante y la primera capa de pintura).
- (9) Mandriladoras (se hacen algunos trabajos de maquinado sobre el bastidor de la máquina)
- (10) Segunda capa de pintura, acabado final de bastidor.



El maquinado fino cuenta con el 60% de la maquinaria y equipo de la planta; principalmente, máquinas herramienta sencillas y pequeñas, como: tornos, fresadoras, cepillos de codo, generadora de engranes, tornos copiadores, afiladora, taladros de banco, etc. Absorbe el 45% de los obreros (la mayor proporción). Aquí se lleva a cabo el maquinado de piezas pequeñas que componen el equipo. En este departamento han habido frecuentes cuellos de botella y problemas de ineficiencia, rendimiento, desorganización y falta de materiales. A través de la historia de la empresa, este departamento es el que ha requerido mayor atención debido a lo complejo que resulta su organización y a dificultades para contar con personal calificado y adiestrarlo. Por otra parte, se sufren los mayores problemas en cuanto a provisión de materiales, especificaciones de los mismos y tiempos de entrega. En 1980, la nueva directiva estaba prestando especial atención a este departamento, con el fin de reestructurarlo totalmente.

El departamento de ensamble está compuesto por un departamento eléctrico y dos taladros opuestos. Ocupa el 25% de los obreros de la planta. La importancia de este departamento es el control de calidad, el cual consiste en poner a trabajar la máquina, una vez que ésta ha sido totalmente terminada, para detectar fallas o alteraciones en su funcionamiento.

El tiempo de fabricación de los productos varía de acuerdo a la capacidad y tamaño del modelo que se va a producir. Las máquinas pequeñas (menos de 100 tons. de capacidad) tardan alrededor de tres o cinco días en su producción. Las de mayor capacidad se llevan hasta un mes en su fabricación.

5. Características de la organización de la empresa

La organización es relativamente simple. La empresa tiene una Dirección General (ocupa el 2% del personal) y bajo ella existen cuatro departamentos. Uno es el de finanzas (3% del trabajo). Otro es el de planeación y comercialización

- c) La falta de protección y los convenios de comercio internacional en México, han constituido una distorsión de estímulos en favor de industrias de consumo que ha perjudicado el desarrollo de máquinas-herramienta, y otros bienes de capital.
- d) La protección a la industria metálica básica ha implicado un costo de insumos básicos relativamente alto para el productor de maquinaria que lo ha puesto en una posición competitiva desventajosa en el mercado externo.
- e) En esta empresa que fué filial, hubo un proceso de aprendizaje tecnológico que siguió la senda de adquisición, adaptación y creación de diseños, en el área del producto. Este proceso se inició en los últimos años de su vinculación con el grupo transnacional y fué impulsado por los nuevos propietarios de capital nacional.
- f) Los cambios en la tecnología de proceso han sido casi simultáneos que los del área del producto en este caso, debido a la presión de la competencia local y extranjera.
- g) La planta estudiada ha sido diferente a la típica de un país avanzado, pero tiende a parecerse. En efecto, ella está incorporando "chips" en sus productos, está haciendo sus artículos más pequeños y ligeros, está aplicando grupos tecnológicos y está computarizando sus registros contables en diversos campos. Esta tendencia es obligada, en vista de que se ahorran costos y tiempo, se alcanzan ventajas económicas que los competidores también logran, y el vector de demanda está pidiendo los productos con las características y precios que tiende a seguir la empresa. Esta tendencia, en pocas palabras, parece ocurrir, debido al clima competitivo existente, y porque tanto los usuarios como los competidores se mueven en esa dirección.

10

11

12

III. EL CASO DE LA EMPRESA C , PRODUCTORA DE ARTICULOS FUNDIDOS Y FORJADOS.

En este capítulo se presenta el caso de una planta fundidora que crea un taller de forja, el cual crece espectacularmente. El caso que examinamos aquí se refiere a dicho taller, y aborda las situaciones de desequilibrios técnicos, asociados a sus expansiones poco armónicas.

Antes de entrar en materia, es menester proporcionar brevemente información sobre el tipo de empresa en la que se ubica el taller de forja. Se trata de una firma que fue creada en 1955. Ocupó más de 1 500 personas en 1979. Hoy produce, además de forjas, varilla corrugada (grado 42) y alambrión para la industria de la construcción. También elabora barras o palanquillas de acero calidad forja, de vaciado continuo. Funde chatarra y ferroaleaciones. Las forjas son cerradas y calidad maquinaria. El taller de forja representó el 13% del trabajo y también del valor del capital fijo de toda la planta, en 1979.

1. Origen y crecimiento del taller de forja.

El taller de forja se creó en 1966. Las primeras piezas que se comenzaron a forjar fueron autopartes para motores. La empresa decidió producir estas piezas, debido a la magnitud y el ritmo de crecimiento de su demanda derivada de la producción nacional de motores para vehículos automóviles. Esta creció en 100% de 1965 a 1966, 27/ y su producción representó el 10% del producto interno bruto de la industria automotriz (la participación de ésta en el PIB de la industria manufacturera fue 0.03). 28/ La firma estudiada fue la primera y única fabricante de estas forjas en esa época.

Para iniciar la producción, la firma tuvo que capacitar personal, el cual fue reclutado de otros departamentos de la planta. Además de la escasez de mano de obra calificada, la firma afrontó

27/ Es la tasa de crecimiento del producto interno bruto a precios constantes de la clase 3814, correspondiente al concepto "fabricación de motores", según datos del documento CP (E) 77/22 de la Oficina de Cuentas de Producción del Banco de México.

28/ Cifras de la fuente citada en la nota anterior.

dificultades por la carencia de insumos nacionales (aceros calidad forja). Por ello, de 1966 a 1969 trabajó al 40% de la capacidad instalada en forja.

Los datos del cuadro 10 indican que el taller de forja tuvo una producción y empleo crecientes particularmente de 1971 a 1979. La ocupación se quintuplicó y la producción se multiplicó por 10 en esos ocho años. Esta tendencia corresponde a un "boom" automotriz local y a convenios de exportación de autopartes de empresas automotrices Norteamericanas hacia sus matrices u otras filiales en el extranjero. La empresa ha vendido autopartes a las terminales locales y estas utilizan una proporción y exportan otra.

Cuadro 10. Indicadores del tamaño y la productividad laboral del taller de forja en la empresa C, 1969-1979^{a/}

(1) Año	(2) Empleo	(3) Índice de piezas forjadas	(4) Índice de ventas reales b/	(5) (6) Índices de productividad laboral	
				A (3)+(2) X 100	B (4)+(2) X 100
1969	-	-	88	-	-
1970	-	-	216	-	-
1971	100	100	100	100	100
1972	-	-	173	-	-
1973	-	375	420	-	-
1975	-	650	-	-	-
1979	507	1100	1273	217	251

a/ En los espacios en blanco no se obtuvo información.

b/ Índice de ventas deflactadas por el índice implícito de precios del producto interno bruto del grupo 571, "motores, refacciones y accesorios" de la Dirección General de Estadística (1970-1978), extrapolado hacia 1969, de acuerdo al cambio entre 1969 y 1970 del índice de precios del PIB de la clase 3834, "accesorios, refacciones y equipo de vehículos automóviles" del Banco de México (CP(E)77/22) y hacia 1979, según el aumento porcentual entre 1978 y 1979 del índice de precios al mayoreo de "artículos de producción" del Banco de México (Indicadores Económicos, 1982).

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por la empresa y cifras de precios de la Dirección General de Estadística y del Banco de México.

En 1979, las bielas y sus tapas, eran las principales forjas vendidas (76% del valor total), de acuerdo al cuadro 11. La empresa se ha especializado en bielas, las cuales ha producido desde 1969 ó poco antes. Hasta 1981, ella ha sido el único productor local de confianza. Otras empresas forjadoras han intentado producir bielas, pero no habían tenido éxito por lo menos hasta entonces. Algunas empresas automotrices como Ford, forjan bielas para sí. Los clientes de las autopartes forjadas por la firma son pocos, según se muestra en el cuadro 12. Aunque el número de clientes principales es reducido, el precio de las forjas se fija por negociación, porque aparentemente el demandante de bielas no tiene otra opción en el ámbito nacional.

Cuadro 11. Producción del taller de forja en la empresa C, durante 1979.

(En porcientos)

Productos	Piezas	Valor monetario
Bielas	41	58
Tapas de bielas	37	18
Palancas para cambio de velocidades	-	1
Brazos para tractor y otros <u>a/</u>	22	23
<u>TOTAL</u>	<u>100</u>	<u>100</u>

a/ Otros: picocultivadores, partes de bicicleta, inyectores y anclas freno.

Fuente: Elaboración propia, a partir de cifras proporcionadas por la empresa.

Cuadro 12. Estructura de clientes de las autopartes fabricadas por la empresa C, (de enero a agosto, 1981).

Empresa automotriz	Participación en las ventas de autopartes (%)
Chrysler de México	48
General Motors	26
Motores Perkins	9
Vehículos Automotores Mexicanos	5
Inyección Diesel	5
TREMEC	4
Frenomex	3
<u>Total</u>	<u>100</u>

Fuente: Elaboración propia con cifras dadas por la firma.

2. Cambios en el equipamiento y "skills".

El taller de forja creció con base en inversiones casi anuales en distintos tipos de maquinaria. Los datos del cuadro 13 muestran que esto ocurrió de 1966 a 1979, y que la tendencia fue la de sustituir equipos lentos y rudimentarios por otros más veloces o modernos.

Cuadro 13. Fechas de adquisición de la maquinaria y el equipo existente en el taller de forja de la empresa C, en mayo de 1980.

Tipo de máquina	1966 ^{a/}	1967-70 ^{a/}	1972	1973	1974	1975	1976	1978	1979
Fresadoras	X								
Cortadoras	X								
Cepillos	X	X							
Rebabeadoras	X	X							
Acuñadoras	X	X							
Copiadora		X							
Eq. electroerosionador		X				X			X
Limpiadora		X					X		
Eq. Magnaflux		X		X		X			
Horno temple continuo			X					X	
Martillo de aire					X	X			
Rectificadora vertical						X			

a/ Además en 1966-70 se compraron martillos de levante con madera y hornos de temple batch, entre otros equipos. Luego (1974-75 y 1972 respectivamente) fueron sustituidos por martillos de aire y hornos de temple continuo.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos proporcionados por la empresa.

La maquinaria original del taller estudiado fue importada y de segunda mano. En 1966 y 1970 se contaba con martillos de levante con madera y hornos de temple "batch", usados. Pocos años más tarde (a principios de los setentas), estos fueron sustituidos por martillos neumáticos y hornos de temple continuo, nuevos. Las expansiones se concentraron en las áreas de matricería y control de calidad, en tanto que la sustitución de máquinas tomó lugar en la sección de forja, propiamente dicha. El proceso en general, tendió a una mayor automatización y continuidad.

Por otro lado, el taller comenzó con una gran proporción de obreros no calificados (el 95% de su personal). El 5% eran ingenieros o técnicos. El número total de personas ocupadas era menos de 50. Con el tiempo, la escala fue creciendo y el proceso productivo fue complicándose. Esta trayectoria exigió mayores contrataciones y cambios en la estructura de "skills". Así, en 1979, de más de 200 personas ocupadas, los obreros no calificados eran el 57% y los ingenieros o técnicos, 12% (el resto correspondió a obreros calificados; véase el cuadro 14). Se tendió a una mayor calificación y mayor uso de conocimientos ingenieriles.

Lo mencionado en los párrafos anteriores indica que, además de los grandes cambios en la escala productiva, el taller de forja observó importantes modificaciones en su paquete tecnológico. La evidencia sugiere que las expansiones rápidas generaron prontas necesidades de cambios en el equipamiento y en el tipo de personal.

Cuadro 14. Estructura del personal ocupado por calificación, en el taller de forja en la empresa C. 1966-1979.

(En porcentajes)

Tipo de calificación	1966-1970	1979
Obreros no calificados	95	57
Obreros calificados	0	31
Ingenieros o técnicos	5	12
<u>Total</u>	<u>100</u>	<u>100</u>

Fuente: Elaboración propia, con base en datos facilitados por la empresa.

3. Ajustes tecnológicos en forja.

La forja de piezas se inició adquiriendo tecnología de una empresa inglesa. El taller recibió a fines de los sesentas dibujos y documentos teóricos sobre los procedimientos de forja, diseños, dibujos y especificaciones de la matricería, y la visita de varios ingenieros y técnicos del oferente tecnológico para asesorar a la receptora en el inicio de operaciones y las primeras soluciones a problemas técnicos de forja. El mismo oferente sugirió las expansiones y la incorporación de equipamiento moderno que tuvieron lugar en los setentas. El arranque tecnológico del taller consistió, por lo tanto, en una constante necesidad de tecnología.

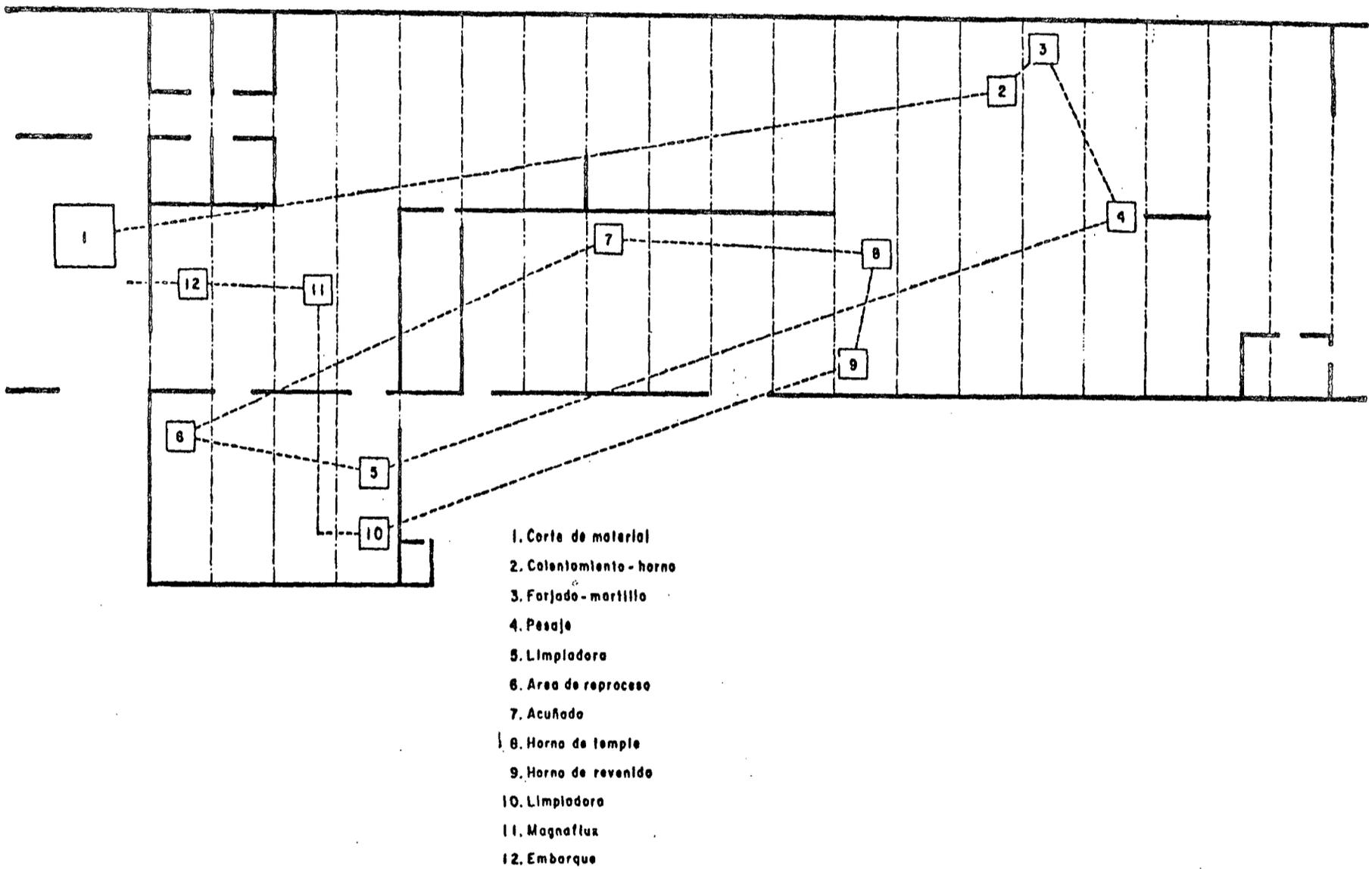
En el curso de los años, se requería de la asistencia para resolver constantes problemas técnicos asociados a cuellos de botella, fallas mecánicas de las máquinas y organización del trabajo. También se necesitaba inicialmente asistencia para organizar la copia de los cambiantes diseños enviados por los clientes en las plantillas de la matricería. Estos requerimientos técnicos continuaron. Los "ajustes" en el paquete tecnológico original, emanados tanto del crecimiento rápido del taller, como de las modificaciones a los diseños solicitados y de los cambios desbalanceados en varias áreas de trabajo, fueron requeridos para diversos problemas tecnológicos en el área del proceso y en el del producto.

De tal manera que además de la absorción de la tecnología inglesa, la firma decidió contratar ingenieros mecánicos e industriales con experiencia en forja, y participar activamente en acuerdos de cooperación técnica "entre empresas amigas" que se dedican a la forja en el país y en Estados Unidos. De acuerdo a lo que se ha aprendido de visitas a otras fábricas, la empresa ha hecho modificaciones en la planeación y el control de la producción, así como en métodos adoptados para el cambio de diseños en las matrices (blocks de acero con moldes). Técnicos de otras empresas de forja también han visitado la empresa y han observado tanto las instalaciones como las rutinas de trabajo.

El lay-out había crecido de una manera poco armónica. En 1979 los desbalances entre los diversos tramos del proceso eran tantos que los directivos de la empresa en asamblea con los accionistas decidieron modificar totalmente el lay-out. Los cambios en la distribución de máquinas y equipo permitieron reducir el recorrido del material de dos a 1.85 kilómetros, aproximadamente (7.5%), a pesar de que se agregaron algunos equipos (ver diagramas 2 y 3).

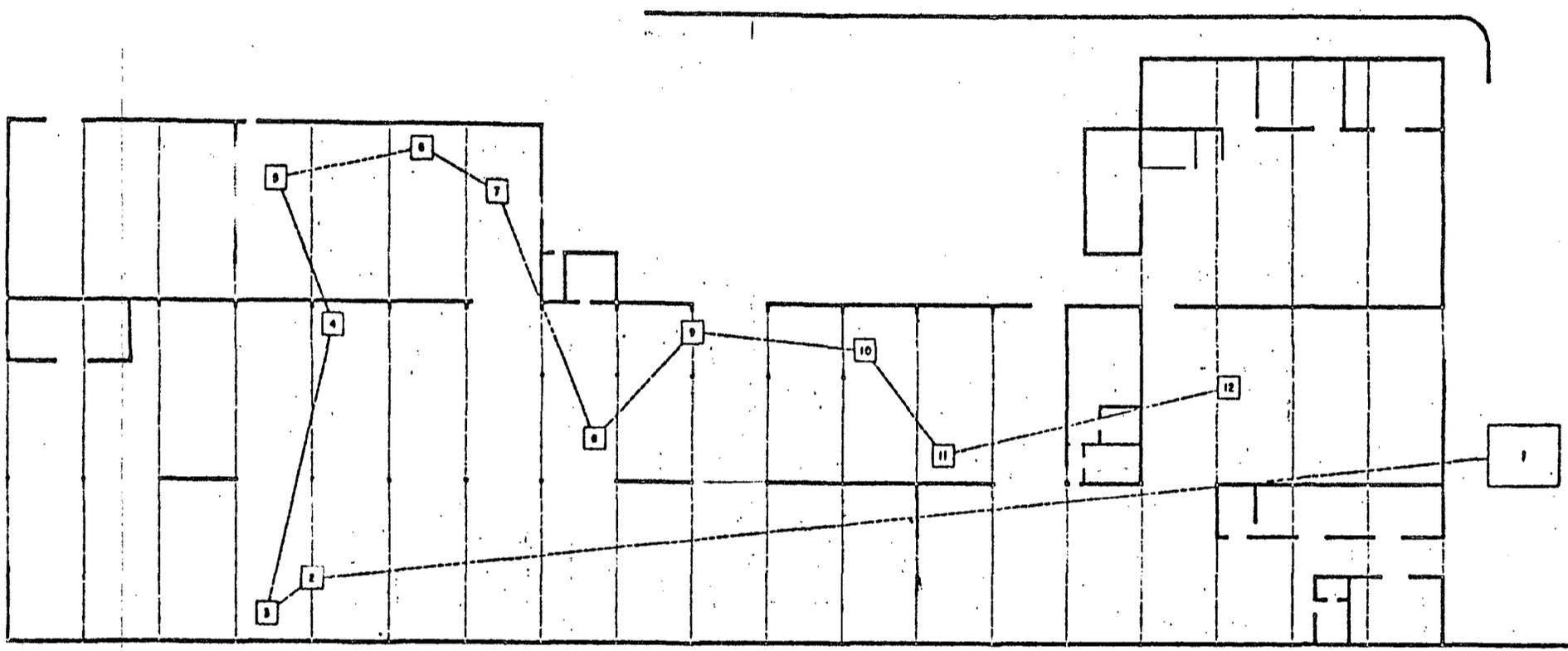
Se cambió de lugar el área de matricería, aislándola de ruidos y buscando una mayor funcionabilidad (había mucho flujo de "dados" y se necesitaba más área). Se hizo un estudio del flujo de materiales, desde el corte de barra hasta el martillo para decidir una mejor forma de racionalizar el proceso. Se encontró, en ese estudio, que las acuñadoras estaban lejos del área de reproceso y que el área de los hornos no tenía una entrada directa. Se instalaron las acuñadoras estratégicamente en el área de reproceso y se abrió una puerta para los hornos. Se eliminaron varias unidades de transporte de material porque ya no fueron necesarias. El equipo de con

Diagrama 2. Recorrido de una palanca para cambio de velocidades en el taller de forja de la empresa C, en 1977.



Fuente: Elaboración propia, con base en material proporcionado por la empresa.

Diagrama 3. Recorrido de la forja de una palanca para cambio de velocidades en la empresa C, en 1979.



- 1. Corte de material
- 2. Calentamiento - horno
- 3. Forjado - martillo
- 4. Paseo
- 5. Limpieza
- 6. Area de reproceso
- 7. Acabado
- 8. Horno de temple
- 9. Horno de revenido
- 10. Limpieza
- 11. Magnético
- 12. Embarque

Fuente: Elaboración propia, a partir de material proporcionado por la empresa.

trol de calidad ("magnaflux") se cambió, retirándolo de las copadoras, porque el polvo desprendido de las piezas procesadas caía en aquél y provocaba cortocircuito. Estos cambios, y el estudio de flujo, fueron hechos por ingenieros de la empresa.

El proceso de ajustes ha reclamado un considerable monto de esfuerzos tecnológicos de la firma en torno al proceso y su organización. En los últimos años, el personal técnico ha parecido haber absorbido esta serie de experiencias y haber logrado una capacidad para la implementación de diversos cambios tecnológicos. En efecto, con respecto al producto, los técnicos pueden determinar, con base en dibujos y datos básicos de piezas concretas, las fórmulas de aleación y el peso de tales piezas, y decidir los parámetros de la erosión de los moldes, el manejo del material, el tamaño de los lotes y las técnicas de control de calidad.

En materia del proceso, además de los cambios en el "lay-out" ya mencionados, se han desarrollado sistemas de capacitación específicos para las técnicas de forja que se usan en el taller. También, se han autofabricado hornos de gas relativamente sencillos, se autofabrican algunas refacciones para las máquinas en uso y se cambió el sistema mecánico de un martillo por uno neumático, alrededor de 1977. Estos cambios se han debido en buena parte a la necesidad de aumentar la capacidad productiva, a raíz de la demanda creciente.

Los cambios tecnológicos y los aumentos de la escala productiva, han dado lugar a incrementos en la productividad, como se puede apreciar en el cuadro 10.

Finalmente, la creciente demanda de insumos, frente una relativa escasez e irregularidad en su tiempo de entrega, condujo a la empresa a iniciar la fabricación de acero calidad forja en 1976, ampliando el área de fundición que ya se disponía en la planta y adquiriendo tecnología extranjera para este proceso particular. Esta decisión desencadenó otra serie de "ajustes" al interior de la firma. Aunque por falta de información, no podemos examinar estas modificaciones, es importante observar que el crecimiento del taller de forja generó un exceso de demanda de este acero y justificó su producción interna, abriendo el camino a otro proceso de cambios técnicos.

4. Conclusión

El cambio tecnológico en el taller de forja está muy asociado a su gran y rápida expansión. Este crecimiento estuvo lejos de darse armónicamente. Generó desbalances técnicos y situaciones de desequilibrio. La breve historia aquí presentada se compone, por lo tanto, de la solución a problemas derivados del crecimiento acelerado del taller y conforman un proceso que Jorge Katz califica

como de "digestión", respecto a dicha expansión.^{29/} El material examinado da idea de los años que puede llevar tal proceso, y de los ajustes importantes en la dotación de factores y en toda la rutina operativa.

Como se vio, el marco del "boom" automotriz en México, asociado al virtual monopolio en la forja de bielas que ejerce la firma estudiada, está bien vinculado a la velocidad y naturaleza de la "digestión" del crecimiento fabril. La demanda excedente de autopartes generó presiones para crecer y así lo hizo el taller estudiado. Ello obligó pronto a la firma a formularse una estrategia de abordaje con respecto a los distintos problemas técnicos que se le fueron presentando durante la "digestión". Recurriendo a la asistencia técnica de una firma Inglesa, la cooperación técnica con otras forjadoras locales y Norteamericanas, y la contratación de ingenieros especialistas, la empresa fue ajustando el paquete tecnológico original. Este proceso permitió la acumulación de experiencias técnicas concretas, logrando una capacidad ingenieril suficiente para resolver subsecuentes cambios de proceso y de diseños, y pudiendo consolidarse en el mercado local.

^{29/} J. katz, Cambio tecnológico en la industria metalmeccánica Latinoamericana, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 51, Buenos Aires, Argentina, julio de 1982, pág. 43 y 44.

IV. CONCLUSIONES

En los capítulos anteriores, hemos analizado el desarrollo de tres empresas metalmeccánicas Mexicanas y su cambio tecnológico. Las historias presentadas contienen suficiente material empírico para hacer un análisis sobre la conducta empresaria y tecnológica en cada caso. Por ello, fué posible la elaboración de conclusiones en cada uno de los capítulos correspondientes. Aunque tal esfuerzo ya fué hecho en cada capítulo, y a pesar de que las historias y las propias empresas son diferentes, es posible retomar los temas de estudio centrales que fueron planteados en la introducción, con base en la evidencia examinada y dentro de algunas limitaciones impuestas por la particularidad de los casos.

- a) En los tres casos, el tamaño y el ritmo de crecimiento del mercado interno, así como la falta de oferta local, fueron los principales factores que dieron lugar a la creación de las empresas. El gran capital privado estuvo involucrado en el origen de las mismas. En particular, dos de las empresas estudiadas, tuvieron una fase inicial con capital transnacional. Aunque la firma B fué instalada por un técnico-empresario, pronto entró a la escena una corporación transnacional. Por otro lado, la empresa C fué creada y ampliada por un grupo industrial y banquero nacional privado que en la actualidad es uno de los mas poderosos en la economía Mexicana.

El tamaño del mercado y la ausencia de productores locales parecieron ser las principales razones de la fundación de las plantas instaladas, más que un clima de política estatal destinada a impulsar tal tipo de inversiones, ya que no había tal ambiente, por lo menos en dos de los casos (el caso C es la excepción, porque existía una política de fomento y protección a la industria automotriz auxiliar). En este sentido, las industrias petrolera, eléctrica, petroquímica, así como la de bienes metálicos de consumo y la automotriz, crecieron hasta generar una demanda por nuevas industrias de bienes de capital y bienes intermedios, conformándose un crecimiento industrial "mancomunado"

- b) Las empresas estudiadas han madurado, pero no son viejas. Su "edad" fluctúa entre 10 y 20 años, aproximadamente. Cuando se fundaron las dos empresas relativamente antiguas (en 1960, aproximadamente), había escasez de trabajo calificado, talleres "maquiladores", y ciertos insumos básicos. Estas condiciones externas a las firmas hicieron que ellas capacitaran obreros: que no subcontrataran talleres (por un período largo); y que prefirieran la importación o la autofabricación de piezas, refacciones, partes componentes, etc.. Este tipo de arranque implicó una conducta peculiar de desvinculación (por lo menos durante largo rato) con escuelas técnicas, talleres "maquiladores" y fábricas de insumos que emergieron después. En otras palabras, las condiciones del ambiente industrial metalmeccánico de hace 20 años, condicionaron una conducta idiosincrática, adversa a un crecimiento del sector metalmeccánico mancomunado y desfavorable a un cambio tecnológico interinstitucional más integrado, a nivel nacional.

Un comportamiento similar se encontró 10 años después (1970), cuando se instaló la planta de forja estudiada. En este caso, el hecho de que la planta se localizó en Chihuahua, región de poca tradición industrial, implicó que ella

operara en un ambiente falto de mecánicos, forjadores, etc. La empresa tuvo que capacitar ella misma a sus obreros.

- c) El presente estudio comprende empresas que crearon mecánicos, soldadores, forjadores, etc., en distintas regiones del país y, por ello, constituyen empresas que han formado pequeños polos de desarrollo. Con el tiempo, estos polos comprendieron también a talleres sucontratados y a fabricantes locales de insumos. Aunque estos vínculos fueron forzados por una necesidad de reducir costos y tiempo de entrega (subcontratación), de poder producir con calidad aceptable (capacitación), debido a la competencia en el mercado, y aunque fueron impuestos por una política proteccionista del Gobierno (compra de insumos nacionales), un efecto final de la existencia y el desarrollo de estas empresas fué el de permitir el surgimiento y fomento de "skills" y de nuevos establecimientos metalmeccánicos.
- d) La empresa A, que pudo haberse vinculado con firmas de ingeniería (FI) locales, optó por crear una cautiva en su interior, posiblemente porque a principios de los setentas no supo ella que existiera alguna FI madura o con capacidad para dominar la ingeniería de proyectos de plantas que usan subprocesos de transferencia de calor, además de que decidió controlar ella misma este conocimiento del que dependía la buena marcha de su negocio. Ello implicó una desvinculación de la empresa con otras instituciones tecnológicas existentes en el país.
- e) El arranque de las empresas A y B sugiere que se pueden "quemar" etapas de desarrollo empresarial y de cambios tecnológicos, debido a que fueron empresas subsidiarias de firmas transnacionales. La primera no pasó por una época de pequeño taller, ni de imitación o reconstrucción de diseños, por ejemplo. La segunda tuvo una breve fase de taller informal, pero tan pronto la adquirió un grupo transnacional, observó una rápida transformación administrativa, de tamaño y tecnológica, cambiando todo de golpe.
- f) Estas firmas, A y B, parecieron haber subempleado el importante activo financiero, tecnológico, organizativo, etc. en su respectiva época de empresa subsidiaria. Mas bien, durante tal fase ellas tuvieron trabas y restricciones de peso por parte de la organización transnacional. Se evidenció una falta de "aclimatación" y ajuste de tal organización al medio receptor con rasgos idiosincráticos. Las subsidiarias Mexicanas gozaron de poca libertad de decisión y elasticidad de movimientos. Una vez que se nacionalizaron, ganaron una mayor libertad de acción y una particular agilidad innovativa que hizo posible su gradual afianzamiento en el mercado interno.

Por otro lado, se encontró que la matriz, en los dos casos, controló la tecnología de producto. Las subsidiarias lograron, por tal razón, un mayor aprendizaje en tecnología de proceso. La transferencia de tecnología de la matriz a la filial fué favorable a la receptora sólo en un campo (que supuestamente no era el área clave) y desfavorable, por ser restringida, en otro. Una vez que se deshizo tal relación, las empresas locales dedicaron sus mayores esfuerzos ingenieriles al área del producto.

El párrafo anterior explica, en buena medida, porqué las empresas A y B tuvieron mayores progresos tecnológicos primero en el área del proceso (fase de subsidiarias); luego, en el campo del producto; y finalmente en actividades de proceso (organizativas).

- g) El personaje que participa en la creación de la empresa B, el técnico-empresario, queda desplazado pronto por el capital transnacional, por falta de recursos financieros y por el peso comercial de la marca prestigiosa perteneciente al grupo corporativo extranjero.
- h) La falta de una política Estatal hacia los fabricantes nacionales de bienes de capital en los sesentas y parte de los setentas (sin protección y con acuerdos de comercio, en el marco de la ALALC, favorables a empresas de otros países latinoamericanos), ha constituido un obstáculo importante para el desempeño de las empresas como la A y la B, sobre todo para la última.
- i) El clima competitivo y falta de protección, obligó a las firmas estudiadas a minimizar costos, racionalizar la organización de cargas de trabajo, diseñar bienes con calidad y producir con el menor tiempo posible para una entrega rápida. En este sentido, la estructura del mercado y la fuerza de la oferta forzaron esta serie de cambios tecnológicos.
- j) La protección a la industria metálica básica ha implicado un costo para las plantas metalmeccánicas estudiadas, que las han puesto en posiciones competitivas desventajosas. La empresa C tuvo que instalar una nueva sección en su planta para elaborar acero "cold rolled", debido a problemas de precio y tiempo de entrega.
- k) La evidencia en torno a los tres casos de estudios sugiere que los ciclos de crisis y bonanza generan cambios tecnológicos. En crisis, se tiende a aumentar la mezcla de productos y a intensificar la tecnología de producto. En bonanza, se reduce el "mix" de bienes, baja la actividad de IDE sobre productos, se intensifican cambios en el proceso y la organización, y se aumenta la subcontratación. En esta relación, llama la atención que la empresa A respondió a una severa crisis buscando ser subcontratada por otras plantas metalmeccánicas. Después, en otra época distinta, de progreso, buscó talleres que pudieran hacer maquinados subcontratados por ella.
- l) Como las empresas metalmeccánicas investigadas dependen del ritmo de inversiones industriales o de la magnitud de producción de otras industrias (automotriz, muebles metálicos, etc.), los ciclos globales de la economía Mexicana las han afectado de manera importante. Debido a lo "errático" de la demanda, las empresas A y B decidieron exportar. Tal decisión implicó una serie de ajustes en las ingenierías de las empresas para poder lograr captar clientes en el extranjero. De tal manera que las condiciones macroeconómicas del país han tenido este tipo de repercusión en la conducta empresaria y tecnológica de tales firmas.
- m) Las plantas estudiadas tuvieron por lo menos un período de expansión acelerada y poco armónica. Esto generó desbalances técnicos y dificultades para "digerir" el crecimiento de la escala productiva. La estrategia de abordaje tendió a consistir en incrementar la subcontratación, aumentar el personal ingenieril y crear un departamento o grupo técnico dedicado a tratar este tipo de problemas. Esta situación se presentó de manera notable en la empresa C. Ella, además de las medidas mencionadas, tuvo que pagar asistencia técnica extranjera para la solución de varios problemas específicos que la expansión constante le provocaba. A fin de cuentas, pareció haberse "digerido" el crecimiento y el personal técnico ganó un aprendizaje que se empezó a aplicar en la planta.

- n) Las innovaciones en el producto tienden a producir cambios tecnológicos de proceso. La tendencia en las empresas A y B ha sido la de mayor complejidad, (mayores requerimientos de calidad y precisión), y una mezcla de productos más especializada. Ello ha demandado una mayor automatización y mejoras en la organización fabril.
- o) Posiblemente debido a que las empresas investigadas no son antiguas y a que estuvieron vinculadas al gran capital, se observaron pocos rasgos idiosincráticos en sus productos, sus procesos y sus organizaciones. El cariz atípico se presentó más en el área de procesos que en el del producto, y se asoció a problemas locales de "skills", insumos básicos, equipamiento y refacciones. Las empresas tuvieron que idear formas de autoabastecerse de tales factores e insumos.
- p) La tendencia reciente de las plantas metalmecánicas estudiadas es la de parecerse a la típica planta metalmecánica de un país avanzado, que no esté organizada en línea. Esto se evidencia más en la empresa B, la cual ha tendido a organizarse por grupo tecnológico y ha incorporado microprocesadores en algunas de las máquinas que produce. Esta transformación se atribuye, por un lado, a que el sector de demanda (plantas industriales usuarias de estos bienes) tiende a asemejarse al de los países avanzados, y por otro lado, a la influencia de la competencia externa (en un ambiente falto de protección), la cual ha estado ahorrando costos de producción y difundiendo con éxito máquinas con "chips".

REFERENCIAS

- Arn, E. A. Group technology, Springer-Verlag, Berlin, 1975.
- Castaño, A., Katz, J. y Navajas, F., Etapas históricas y conductas tecnológicas en una planta Argentina de máquinas-herramienta, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 38. Buenos Aires, 1981.
- Cooper, CH. y Sercovich, F., The Channels and Mechanisms for the Transfer of Technology from Developed to Developing Countries, Ginebra, UNCTAD, TD/AC.11/5, 1971.
- Katz, J., A List of "Main Issues" Emerging from recent Research on Science and Technology in the Framework of the IDB/ECLA/IDRC/UNDP Programme, Feb. 1982 (mimeo)
- Katz, J.; Cambio tecnológico en la industria metalmeccánica Latinoamericana. Resultados de un Programa de Estudios de Casos, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 51, Buenos Aires, 1982.
- Mercado, A., Estructura y dinamismo del mercado de tecnología industrial en México, El Colegio de México, México, D. F., 1980.
- Mercado, A. y Lombó, L., Un estudio sobre el cambio tecnológico de una empresa Mexicana productora de maquinaria para molinos, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 54, Buenos Aires, 1982.
- Mercado, A. y Toledo, P. El cambio tecnológico en una empresa mexicana productora de máquinas para el vidrio y el plástico, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 57, Buenos Aires, 1982.
- Nacional Financiera, Informe Anual correspondiente a 1961, México, D. F., 1962.
- Nacional Financiera, La oferta nacional de bienes de capital, Monografías Sectoriales sobre Bienes de Capital, No. 1, Proyecto NAFINSA-ONUDI, México, D.F. 1979.
- Nelson, R., Innovation and Economic Development: Theoretical Retrospect and Prospects, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 31 Buenos Aires, 1979.
- Nogueira Da Cruz, H., Evolução Tecnológica no Sector de Máquinas de Processar Cerais - Um Estudo de Caso, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo No. 39, Buenos Aires, 1981.
- Nadal, A. y González, M., Las firmas de ingeniería en México, El Colegio de México, México, D. F. 1976 (mimeo).

- Oficina Internacional del Trabajo, Introducción al estudio del trabajo, Ginebra, 1966.
- Rodríguez, J., Análisis de las firmas de ingeniería y consultoría en Colombia, 1975, (Proyecto STPI, mimeo).
- Suárez, F. y Stuhlman, L., Process Engineering and/or Consulting Firms in Argentina, 1975 (Proyecto STPI, mimeo).

Se terminó de imprimir el día
30 de Noviembre de 1982, en
CENTROCOP S.R.L.-
Cerrito 270 - Loc. 9-CAPITAL.-
QUEDA HECHO EL DEPOSITO
QUE MARCA LA LEY Nº 11.723.-



