

EL COLEGIO DE MEXICO  
CENTRO DE ESTUDIOS ECONOMICOS

TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRIA EN ECONOMIA

La adopción de nuevas técnicas basadas en la  
microelectrónica y efectos en el desarrollo  
industrial.

Alfonso Mercado García

Promoción 1971-73

Asesor: Profr. Alejandro Nadal

Revisor: Profr. Kurt Unger

1986

TITULO:

LA ADOPCION DE NUEVAS TECNICAS BASADAS EN LA MICROELECTRONICA Y EFECTOS EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE MEXICO.

SUBTITULO:

El uso de máquinas-herramienta de control numérico computarizado.

(Tesina de maestría en economía)

Alfonso Mercado García  
Octubre de 1986.

LA ADOPCION DE NUEVAS TECNICAS BASADAS EN LA MICROELECTRONICA Y EFECTOS EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE MEXICO: El uso de las máquinas-herramienta de control numérico computarizado.

Alfonso Mercado García  
Octubre, 1986.

I N D I C E

	<u>pág.</u>
INTRODUCCION	1
1.- LA INNOVACION DE MHCNC	6
2.- LA DIFUSION DE MHCNC EN MEXICO Y SUS FACTORES DETERMINANTES	13
3.- EFECTOS DIRECTOS DEL USO DE MHCNC	32
4.- EFECTOS INDIRECTOS DE LA DIFUSION INTERNACIONAL	39
5.- CONCLUSIONES PRINCIPALES	43
ANEXO A. Estimación de la adquisición de MHCNC en México de 1974 a 1983.	49
ANEXO B. Estimación del consumo nacional aparente y del parque de MH en México, 1967-1983.	58
BIBLIOGRAFIA.	68

## INTRODUCCION.

La idea de Schumpeter <sup>1/</sup> de que el cambio técnico constituye una fuerza de desarrollo económico ha sido objeto de una mayor profundización y elaboración en la literatura reciente. El mecanismo de esta relación lo constituye la creación de nuevos productos, nuevos mercados, mayores utilidades y menores costos unitarios. Cuando un país o una empresa fracasa para innovar en un contexto innovador, individualmente afrontará un desplome en su desempeño económico, tal y como lo plantean Freeman <sup>2/</sup> y Pérez <sup>3/</sup>. Tal efecto no es automático y pueden intervenir otros factores que disminuyan el impacto. Pero la evidencia parece a poyar este tipo de relación entre el cambio técnico y el desarrollo económico.

Con el fin de explorar esta relación en el caso concreto de la industria mexicana, se presenta este estudio empírico, en el marco de la compleja problemática económica en la que opera dicha industria. La tendencia a la baja en el ingreso de divisas por concepto de la exportación petrolera, por un lado, y las necesidades estructurales de la industria local por importar una diversidad de máquinas y otros insumos, así como el requerimiento de pago de la deuda externa, por otro lado, obligan a la economía nacional y al gobierno a una búsqueda de mayores fuentes de divi

---

<sup>1/</sup> Shumpeter, J. (1964)

<sup>2/</sup> Freeman, C. (1984).

<sup>3/</sup> Pérez, C. (1985).

sas con base en una creciente capacidad productiva. La industria manufacturera podría contribuir a este fin, pero desafortunadamente no dá signos de una recuperación significativa, persistiendo una prolongada recesión, ni dá muestras de insertarse con cierto éxito en el comercio internacional. Este desempeño desfavorable tiene que ver con una historia adversa de proteccionismo a la industria por decenios, el predominio de una estructura industrial compuesta de empresas que en su mayoría son incapaces de competir en el exterior, al amparo de un mercado interno cautivo, y una es casa actividad innovadora en el proceso productivo de las plantas nacionales que contrasta con una gran corriente de automatización con la asistencia de la computadora y con base en la microelectrónica, en la que los países industrializados han venido sustentando una creciente competitividad en los años recientes.

Si estas tendencias persisten, aumentaría el riesgo para la industria y la economía mexicana de entrar a un círculo vicioso perverso: las características estructurales de la crisis recesiva podrían agravarse por la pérdida de competitividad y ello podría a su vez obstaculizar aún más la innovación de procesos que posibiliten incrementos en la productividad, lo cual tendería a reforzar y prolongar la crisis.

La relación entre innovación, desarrollo económico y comercio internacional de manufacturas se aborda en este estudio con relación a la industria metalmecánica. En dicho subsector, que representa en México aproximadamente 1/4 del valor agregado manufacturero, se examina la innovación de procesos en términos de su automatización,<sup>4/</sup> particularmente a través del tipo de maquinaria utilizada en el proceso de maquinado de piezas metálicas. Se adopta una tipificación de maquinaria que involucra una distinción apreciable en la combinación capital-trabajo para un mismo volumen de producción.

Así, por un lado se clasifican las máquinas-herramienta de control numérico computarizado (MHCNC) "flexibles" y, por otro, las máquinas-herramienta (MH) convencionales. Las primeras pueden concebirse como un nuevo tipo de bien de capital que ofrece a la planta usuaria una técnica más automática y generalmente más eficiente que la asociada a las MH convencionales. Las MHCNC constituyen el elemento de automatización basada en la microelectrónica mas difundido hasta hoy, en comparación con el robot y los sistemas CAD/CAM (diseño y manufactura con ayuda de computadora).<sup>5/</sup>

<sup>4/</sup> La automatización se concibe como un cambio en la técnica de producción que culmina con el reemplazo o la disminución del trabajo (en otras palabras, del "esfuerzo humano físico y mental"; Thomas, H.A., 1969) tendiendo a elevar la productividad laboral (Einzig, P., 1957). Se define en términos de grado; es decir, algo más automático que antes (Bright, J.R., 1958) y puede referirse a tres esferas de aplicación en una unidad productiva: diseño, manufactura y coordinación (Kaplinsky, R, 1984). En nuestro caso, estudiamos la automatización en la esfera de manufactura.

<sup>5/</sup> Kaplinsky, R. (1984) y Bessant, J. (1983).

Además de estudiar los efectos de la difusión de las MHCNC, en el presente trabajo se explican el origen, las características y el significado de la innovación de dicho tipo de maquinaria, se establece su grado de difusión en el país y otros países, y se estudian sus determinantes. En este aspecto, se encontró, como se verá más adelante, que los factores tecnológicos son importantes para la selección de maquinaria. Esto no indica que sean los únicos factores que el tomador de decisiones considera,

ni que sean los más importantes, si se toma el punto de vista de que los factores económicos, como las expectativas de obtención de rentas monopólicas o la sobrevivencia de la empresa en un mercado competido, han dado evidencia de constituir un relevante incentivo para la difusión. Así, los elementos tecnológicos (tamaño de los lotes de producción, grado de flexibilidad del proceso manufacturero, complejidad y heterogeneidad del producto , y la propia técnica escogida, sea la asociada a las MHCNC o la de MH convencionales) no se tratan como variables autónomas, sino asociadas pertinentemente a variables económicas, tanto micro (como el tipo de mercado al que sirve la empresa, el tipo de empresa, etc.), como a nivel agregado (por ejemplo, la evolución de la demanda nacional de bienes metalmecánicos, el tamaño del mercado de ramas industriales selectas, etc.).

Por lo que concierne al análisis de los efectos derivados del

grado de difusión, se distinguen los de tipo directo y los indirectos. Los efectos directos se refieren al impacto de la nueva técnica en la productividad, el empleo y la organización industrial de la planta Mexicana usuaria. Los efectos indirectos tratan sobre las implicaciones del grado de absorción nacional de dicha técnica en las exportaciones metalmeccánicas mexicanas considerando la difusión internacional de MHCNC.

La evidencia en que se sustenta este documento forma parte de la que se recopiló para un proyecto de investigación sobre tecnología microelectrónica, efectuada en El Colegio de México de 1982 a 1985 <sup>6/</sup>, en coordinación con la TSF de Holanda. <sup>7/</sup> Se reunieron datos de 25 empresas, entre las cuales se encuentran los principales usuarios de MHCNC en el país. Si bien las respuestas de estas empresas tienen las limitaciones normales de cualquier encuesta y por ello no constituyen la mejor fuente de información, sirven como una fuente necesaria para estudiar los determinantes de la difusión y su impacto económico a nivel de empresa. Los hallazgos de la investigación entre las empresas se cotejan con otras fuentes de carácter estadístico y con otros estudios sobre el tema realizados en México y en otros países.

---

<sup>6/</sup> Mercado, A. (1985)

<sup>7/</sup> Boon, G.K. (1980)

## 1. La innovación de MHCNC.

La MHCNC es una innovación "parcial"<sup>8/</sup>, derivada de otra: la máquina-herramienta de control numérico (MHCN). La MHCN fué una innovación originalmente solicitada por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos de América a una compañía norteamericana fabricante de MH, con el fin de automatizar la producción de piezas componentes y refacciones de aviones militares<sup>9/</sup>. Tal innovación se efectuó a principios de la década de los años cincuentas, surgiendo las primeras MHCN caras y "rígidas"<sup>10/</sup>. El precio de un torno CN era 10 veces más alto que uno convencional<sup>11/</sup>. La unidad de control numérico (CN) era un dispositivo electrónico que aceptaba un programa fijo para una operación de la MH. La información para producir una parte metalmecánica dada se imprimía en una cinta y esta alimentaba a la unidad de CN la cual, a su vez, controlaba la operación de la MH. Para la producción de otro tipo de parte metálica se cambiaba la cinta. El costo, la falta de flexibilidad para una adaptación ágil a cambios en el producto y una baja confiabilidad condicionaron una difusión baja de MHCN en el área civil en los sesentas<sup>12/</sup>.

---

<sup>8/</sup> Real, B. (1980)

<sup>9/</sup> Reppy, J. (1982)

<sup>10/</sup> Ibid y Jacobsson, S. (1985)

<sup>11/</sup> En 1974, un torno CN producido en Japón llegaba a tener un precio equivalente a 8 veces el de uno convencional. Véase Jacobsson, S. (1985)

<sup>12/</sup> Ibid Reppy, J. (1982)

En 1970 se introdujo la minicomputadora como base de la unidad de CN para darle una mayor flexibilidad en el control de operaciones y rapidez en el manejo y transmisión de información<sup>13/</sup>. Pero fué hasta 1975 cuando se efectuó un mayor avance en este sentido y a menor costo. En este año, la empresa Fujitsu Fanuc introdujo el sistema de control numérico computarizado (CNC) con el uso de la microcomputadora<sup>14/</sup>. El uso de la microelectrónica en las MHCNC hizo posible simplificar la programación, aumentar la confiabilidad en la automatización flexible y reducir el precio relativo de la máquina automática.

Hoy en día, todos los sistemas de CN (incluyendo los de CNC) incorporan microprocesadores<sup>15/</sup>, permitiendo la comercialización de las MHCNC a precios relativos cada vez menores<sup>16/</sup> y ofreciendo una verdadera y creciente alternativa con respecto a las MH convencionales no automáticas. En términos generales, se pueden distinguir dos tipos de microprocesadores para los sistemas actuales de CN: los plenamente flexibles y los de característica fija. Los primeros se emplean para controlar una amplia gama de operaciones y usualmente utilizan "chips" LSI. Los segundos se aplican a un conjunto limitado de operaciones y se ofrecen generalmente con especificaciones estándar, diseñadas para las necesidades de la mayoría de los usuarios al menor costo posible<sup>17/</sup>.

---

<sup>13/</sup> Jacobsson, S. (1985)

<sup>14/</sup> Chudnovsky, D. Nagao, M. y Jacobsson, S. (1983)

<sup>15/</sup> Swords-Isherwood, N. y Senker, P. (eds.) (1980)

<sup>16/</sup> De 1974 a 1981 el precio relativo de los tornos CNC con referencia a los tornos convencionales bajó de 8.3 a 2.9 en Japón. Véase Jacobsson, S. (1985)

<sup>17/</sup> Swords-Isherwood, N. y Senker, P. (eds.) (1980)

La MHCNC tiende a desplazar a otros tipos de MH, particularmente la MH convencional no automática, en ciertos procesos de maquinado.

El conjunto de procesos productivos de piezas metálicas puede ser dividido en dos subconjuntos, desde el punto de vista del grado requerido de flexibilidad al cambio de operaciones de la maquinaria: (a) los plenamente intermitentes o discontinuos, tradicionalmente intensivos en trabajo y adoptados en plantas "multiproducto"; y (b), los procesos mas continuos, organizados por línea de producto (relativamente homogéneo) y más intensivos en capital. Por otro lado, uno y otro tipo de procesos pueden ser de maquinado por corte de viruta (como el torneado, el fresado, etc.), o bien, maquinado por deformación (como el doblado de placas metálicas). La innovación de la MHCNC involucra la automatización de los procesos de tipo discontinuo y sobre todo -aunque no de manera excluyente-, los de maquinado por corte de viruta<sup>18/</sup>,

en donde esta máquina constituye una opción particularmente relevante con respecto a las MH convencionales no automáticas. En este sentido, las MHCNC no son aplicables

---

<sup>18/</sup> Jacobsson, S. (1982)

por igual a todos los procesos de maquinado, ni a todas las ramas del sector metalmeccánico. Un estudio Sueco<sup>19/</sup> identifica nueve clases de actividad a cuatro y cinco dígitos de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) que absorben el 83% del parque de MHCNC en Suecia. Un hallazgo similar obtienen otros autores para el caso de EUA.<sup>20/</sup> Estas ramas incluyen la producción de bienes de capital y material de transporte, y excluyen la fabricación de muebles y estructuras de metal.

En los procesos mas discontinuos de maquinado por arranque de viruta es donde la innovación de MHCNC ha llegado a ser mayor o "revolucionaria", en el sentido de que dadas sus ventajas ya descritas, ha hecho posible reducir los requerimientos de trabajo y capital por unidad de producto en la manufactura de piezas metálicas. En otras palabras, ha significado un cambio técnico que se manifiesta en el aumento de las productividades del capital y del trabajo, aunque con mayor énfasis relativo en la productividad laboral.<sup>21/</sup>

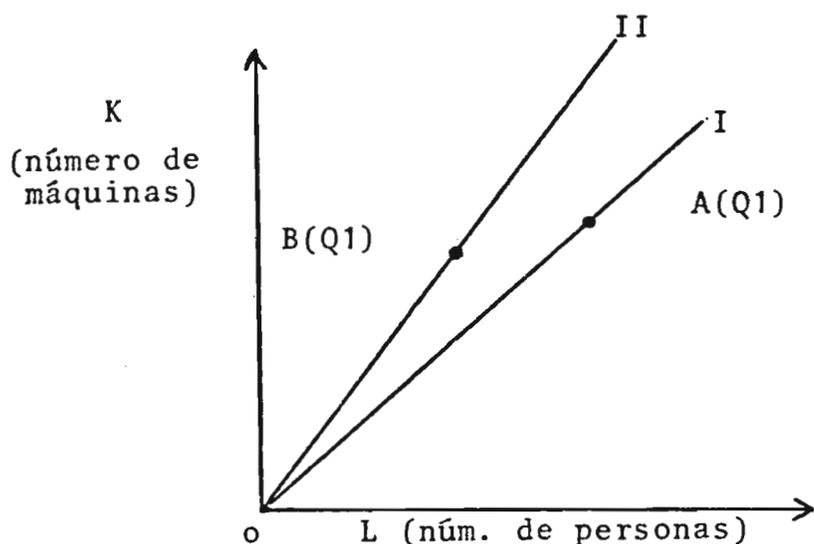
Este efecto se ilustra en las gráficas 1 y 2. En la primera gráfica, se incluyen dos trayectorias o sendas de combinaciones óptimas de capital (k) y trabajo (L) correspondientes a puntos de minimización de costos en la producción

---

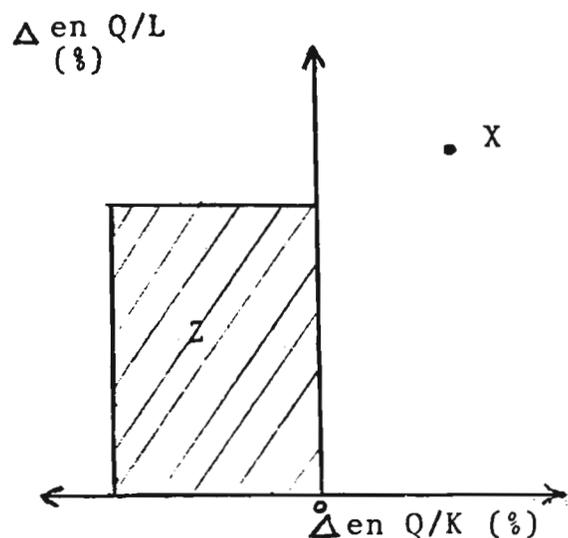
<sup>19/</sup> Ohlsson, L. (1976). citado en Jacobsson, S. (1982).

<sup>20/</sup> Edquist, CH. y Jacobsson, S. (1984).

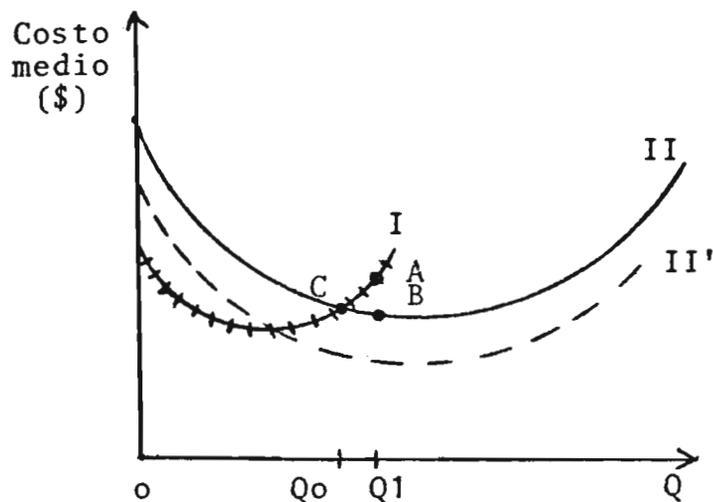
<sup>21/</sup> Soete y Dosi (1983) encuentran este efecto en la producción de bienes de la rama electrónica del Reino Unido, de 1954 a 1980 con el uso de las técnicas de la "mejor práctica".



Gráfica 1. Sendas alternativas de combinaciones óptimas de capital y trabajo con la tecnología convencional (I) y la CNC (II), en un momento dado.



Gráfica 2. Crecimiento en la productividad del trabajo y del capital con base en la innovación de MHCNC (X) e innovaciones menores usando MH convencionales (Z).



Gráfica 3. Curvas de costo medio en el maquinado discontinuo de una mezcla de piezas metálicas, con el uso opcional de MH convencionales no automáticas y MHCNC, en un momento dado.

de distintas cantidades de piezas heterogéneas (Q), suponiendo que estas conforman una mezcla constante en su estructura. La senda I corresponde a la técnica que involucra a las MH convencionales no automáticas, y la II se refiere al uso de MHCNC flexible. Esta técnica es más intensiva en capital, pero es ahorradora tanto de trabajo como de capital por unidad de producción. Para producir la cantidad Q1, los requerimientos de K y L son menores en el punto B que en el A. En la segunda gráfica se incluyen los incrementos proporcionales en la productividad de los factores. El área Z del cuadrante izquierdo indica los desplazamientos del cambio técnico "menor" y el punto X señala el incremento basado en una innovación "revolucionaria".

A pesar de sus ventajas sobre la MH convencional, a una planta le podría convenir no elegir la MHCNC, aún en el tipo de procesos donde esta tiende a ser superior. La selección puede depender del tamaño de los lotes o volúmenes de producción y los requerimientos de calidad del producto (el grado de precisión en el maquinado exigido a la máquina). En la gráfica 3 se ilustra el caso del maquinado de piezas de mediana calidad. La curva I traza una serie de puntos del costo unitario resultantes del uso de una MH convencional para varios volúmenes de producción. La curva II representa el costo medio derivado

del empleo de una MHCNC. En la producción de lotes chicos, a la izquierda de  $Q_0$ , los menores costos conducen a la selección de la MH convencional; en tanto que para lotes mayores que  $Q_0$ , digamos  $Q_1$ , conviene elegir la MHCNC. La principal diferencia de costos la constituye el mayor precio de la MHCNC. Pero como el precio relativo de esta máquina viene reduciéndose, desplazando hacia abajo la curva de costo medio (II') asociada a su uso, su área de preferencia tiende a substituir a la MH convencional aún en volúmenes pequeños. A todo esto se añaden las ventajas para la empresa usuaria en el logro de un mayor aseguramiento (y uniformidad) de la calidad de las piezas, un mayor ahorro relativo de operarios, y menores tiempos de producción,<sup>22/</sup> con base en la automatización integral de una gama de funciones de la máquina, tales como el cambio rápido de herramientas, el manejo del material y el diagnóstico del desempeño técnico de la propia máquina.<sup>23/</sup>

---

<sup>22/</sup> Véase Kuratle (1982), quien demuestra que un centro de maquinado CNC logra ahorros hasta de 72% en el tiempo de producción con respecto a 3 MH convencionales. También presenta datos que indican que los centros de maquinado CNC usan el 25% del tiempo utilizado por las MH convencionales para procesar un mismo lote. Aquéllos pueden producir volúmenes anuales relativamente grandes en una razón de 4 a 1 con respecto a las MH convencionales.

<sup>23/</sup> Jacobsson, S. (1985).

## 2. La difusión de MHCNC en México y sus factores determinantes.

La compra de MHCN de todo tipo (incluyendo de CNC) se ha extendido prácticamente a todo país productor de piezas de metal. Estados Unidos tenía instaladas 100,000 máquinas en 1982<sup>24/</sup> y 102,000 en 1983<sup>25/</sup>; Alemania Federal tenía 25,000 en 1980<sup>26/</sup> y el Reino Unido 10,000 en 1976<sup>27/</sup>. Brasil tenía como 1100 MHCN en 1985<sup>28/</sup>, Corea del Sur 1000 en 1980<sup>29/</sup> y estimamos que México tenía 866 en 1983. Esta cifra es insignificante comparada con la de los países desarrollados. Tan solo Japón adquirió 8,300 MHCN en un año (1979)<sup>30/</sup>.

En la sección anterior dijimos que las MHCN se concentran en las MH de arranque de viruta. Estimamos que de 1979 a 1983 México importó 105,600 MH, de las cuales calculamos que 60,400 eran de corte de viruta<sup>31/</sup>. En el mismo período, el país adquirió 624 MHCN<sup>32/</sup> de acuerdo a nuestras estimaciones— lo cual representa el 1 % de MH de corte de viruta importadas.

---

<sup>24/</sup> The Technology Scientific Foundation (1985)

<sup>25/</sup> Jacobsson, S. (1985)

<sup>26/</sup> Jacobsson, S. (1982)

<sup>27/</sup> Ibid.

<sup>28/</sup> Machine, C., O. Udry y H. Rättner (1985)

<sup>29/</sup> Jacobsson, S. (1982)

<sup>30/</sup> Ibid.

<sup>31/</sup> Véase el cuadro A.4 del apéndice A

<sup>32/</sup> Véase el cuadro A.3 del apéndice A

suponemos que si/el precio promedio de las primeras quintuplica al de las convencionales, la propensión a la importación de MHCN en términos de valor sería 5%, aproximadamente. En 1979, esta propensión fue de 54% en Suecia y 36% en Japón, y tendía a aumentar en ambos países<sup>33/</sup>. Con relación a esta difusión, la que se observa en México es baja a todas luces. Una situación similar se encuentra en otros países de nueva industrialización, a excepción de Corea del Sur, como veremos más adelante.

El parque instalado de MHCNC en México se estima que era de 543 unidades en 1983 y de estas, aproximadamente 350 eran de característica plenamente flexible. Las principales MHCNC flexibles existentes en el país son el centro de maquinado y el torno CNC. Según nuestros cálculos México tenía unos 130 tornos CNC en 1983 lo cual era inferior al acervo de Corea del Sur, según se aprecia en el cuadro 1. Brasil tenía solo 85 tornos CNC en 1980, pero dado que absorbió apreciablemente MHCN de 1980 a 1982 (aumentó en 40% su acervo en estos dos años), se estima que en 1983 tenía una existencia de dichos tornos similar o ligeramente superior a la de México.

---

33/ Ibid.

## C U A D R O 1

Intensidad de uso de tornos CNC en cuatro países  
de nueva industrialización, 1980-1983

País (año)	(1) Parque de tornos CNC (unidades)	(2) Valor agregado de las industrias de equipo de trans- porte y maquinaria <sup>a/</sup>	(3) Intensidad de uso de tornos CNC (1/2)
México (1983)	130 <sup>b/</sup>	6.04	22
Argentina (1981)	63 <sup>c/</sup>	2.44	26
Brasil (1980)	85 <sup>c/</sup>	12.53	7
Corea del Sur (1982)	222 <sup>c/</sup>	2.30	97

<sup>a/</sup> Banco Mundial (1985) (1984) (1983). Cifras en miles de millones de dólares EUA a precios de 1975.

<sup>b/</sup> Estimación

<sup>c/</sup> Datos tomados de Chudnovsky, D; Nagao, M. y Jacobsson, S. (1983)

Si se adoptan las ramas de equipo de transporte y maquinaria como el segmento que puede hacer uso intensivo de MHCNC, la relación entre el parque instalado de tales máquinas y el tamaño del segmento (su volumen de producción) expresa la intensidad relativa de su uso e indica de mejor manera el grado de difusión de la técnica referida. El cuadro 1 presenta distintas intensidades de uso de tornos CNC en varios países de nueva industrialización, reflejando diferencias en la política industrial y la historia y estructura de la industria usuaria entre tales países. La alta intensidad de Corea del Sur indica su fuerte énfasis en la búsqueda de altos niveles de productividad como parte de sus planes para el desarrollo del sector de bienes de capital con una historia corta. En el otro extremo, la baja intensidad de Brasil tiene que ver con su decisión de proteger su propia industria de bienes de capital, particularmente la de MHCNC, mediante el control de importaciones, lo cual desalienta una mayor difusión de tales bienes<sup>34/</sup>. México está en una situación intermedia; tiene una política de estímulo a la modernización industrial, permite la importación de MHCNC, pero la estructura del segmento potencialmente receptor de tales máquinas —compuesto por una alta proporción de establecimientos pequeños y de capital restringido— y a la profunda crisis económica y financiera de los ochentas condicionan una adquisición moderada.

---

34/ Ibid.

En la breve historia de la incorporación de MHCNC flexibles en el aparato industrial Mexicano, han habido marcados altibajos en breves fases. La importación de tales máquinas se empezó a registrar en 1977. En una primera fase, que comprende 1977 y 1978, la adquisición de MHCNC fué mínima. En un segundo período también corto, de 1979 a 1981, se observó la mayor incorporación nacional de esta máquinas. Pero en una tercera fase, 1982 y 1983, bajó notablemente la demanda por las mismas. (Véase el cuadro 2) La primera fase fué de baja absorción porque había poca oferta de esta maquinaria y eran los primeros años en que se habían lanzado al mercado. Pero entre las dos últimas fases, las decisiones sobre la elección entre MHCNC y

El mercado Mexicano de MHCNC pasó rápido de un breve auge en la etapa de 1979 a 1981 a una contracción en la fase posterior, debido a la devaluación del peso y un desplome de la demanda de productos metalmecánicos hechos por los usuarios potenciales de MHCNC. El valor del dólar en pesos Mexicanos se mantuvo casi igual en aquella etapa pero en la siguiente se elevó en más de 100% anual, según se apunta en el cuadro 3. Por lo menos en estas proporciones aumentaron los costos de la importación, tanto de MHCNC, como de otros bienes. En el mismo cuadro se observa, además, que después de haber logrado una alta tasa de crecimiento de 1979 a 1981. la producción metalmecánica sufrió un dramático desplome de 1981 a 1983, a un ritmo mayor que el del anterior crecimiento. Las presiones

Cuadro 2  
 Estimación del ritmo de adquisiciones de  
 MHCNC flexibles en México, 1977-1983  
 (unidades)

Año	Ritmo de adquisi- ciones en la en- cuesta <u>a/</u> (%)	Estimación de las adquisiciones anua les a nivel nacional
1977	1.6	6
1978	0.6	2
1979	13.7	48
1980	18.0	63
1981	37.2	130
1982	27.3	95
1983	1.6	6
1977-83	100.0	350

a/ Distribución relativa de la adquisición anual de MHCNC flexibles por 18 plantas usuarias.

alcistas en los costos de inversión, particularmente en maquinaria importada, y la depresión de la demanda interna, provocaron por un lado una tendencia general hacia la baja en la compra de MH y por otro lado, al cambiar los precios relativos de varias MH convencionales producidas en el país con respecto a las MHCNC que son de importación, estimularon

### C U A D R O 3

Crecimiento del tipo de cambio y el PIB real  
metalmecánico, 1979-1983  
(Porcientos)

Período	Tipo de cambio de pesos por dólar <sup>a/</sup>	PIB real metalmecánico <sup>b/</sup>
1979-1980	0.6	9.6
1980-1981	6.8	10.6
1981-1982	134.3	-12.6
1982-1983	109.2	-22.8

Fuentes: a/ Banco de México (1985)

b/ Dirección General de Estadística (1981) e  
INEGI (1984a) (1984b)

una mayor preferencia hacia el primer tipo de máquinas al momento de decidir la selección entre ambas alternativas. La crisis recesiva desalentó la innovación de procesos en este sector.

Si bien este ha sido el comportamiento general en la demanda nacional de máquinas-herramienta, el cuadro 4 contiene información que muestra una conducta distinta entre los diversos tipos de tomadores de decisiones. Las observaciones indican claramente que entre las etapas 1979-81 y 1982-83, la elección de MHCNC se concentró primero en las plantas de propiedad nacional y posteriormente en las de capital extranjero. Estas conductas sugieren que los inversionistas nacionales no afrontaron limitaciones financieras ni de divisas para elegir MHCNC, cuando la moneda Mexicana estaba sobrevaluada. Asimismo, el clima de crecimiento industrial aumentó la confianza para invertir. Al cambiar estas condiciones al otro extremo, los usuarios nacionales redujeron la adquisición de MHCNC, decidiendo en función de las variables económicas nacionales. Las empresas extranjeras parecieron elevar la compra de MHCNC en la última etapa porque no tuvieron las limitaciones financieras ni de divisas de las nacionales, al contar con el respaldo de grupos multinacionales, y porque la moneda Mexicana ya devaluada abarataba la inversión desde el exterior. Sus decisiones parecieron haber dependido más de factores económicos internacionales que de los referentes a México en particular.

## C U A D R O 4

Adquisición de MHCNC por tipo de tomador de  
decisiones, 1979-1983<sup>a/</sup>  
(Número de MHCNC)

Régimen de propiedad	De 1979 a 1981	1982 y 1983
Extranjero	8	28
Nacional Estatal	41	8
Nacional privado	77	17
Total	126	53

a/ Observaciones de un grupo selecto de plantas usuarias.

Además de los factores macroeconómicos que inciden en la difusión nacional de MHCNC, hay factores micro, de acuerdo a los datos recabados en una muestra de 25 plantas establecidas en el país y que se desempeñan en el segmento metalmeccánico potencialmente intensivo en el uso de tales máquinas. De estas plantas, 18 son usuarias de MHCNC. El punto a dilucidar es el referente a las variables que atañen a la empresa en México que afectan su decisión de elegir entre el uso de MHCNC o el de MH convencionales para la manufactura de piezas metálicas. Se hallaron tres factores micro con una gran incidencia en dicha decisión. Estos son:

- a) las condiciones técnicas de la producción en la planta.
- b) El tipo de mercado al que sirve la empresa.
- c) La propia naturaleza de la empresa, en términos de su régimen de propiedad, su experiencia técnica acumulada y su tamaño.

En lo referente a las condiciones técnicas de producción, se encontró que a mayor complejidad de las piezas por producir y a mayor flexibilidad en el proceso de maquinado, la demanda de MHCNC es mayor. También se observó que las plantas procesadoras de lotes medianos de piezas y las que maquinan piezas medianamente diversificadas son las que más tienden a absorber MHCNC en nuestro país.

Dentro del grupo de plantas considerado, se incluyeron nueve procesadoras de piezas de poca complejidad. De éstas, seis no habían adquirido MHCNC. Las tres restantes obtuvieron pocas MHCNC. En promedio, éstas tenían seis MHCNC por planta, lo cual equivalía a la mitad del promedio absorbido por las procesadoras de piezas complejas (véase el cuadro 5).

Con respecto al tamaño del lote promedio de piezas maquinadas, sólo 13 plantas dieron información. Se encontró que las plantas que generalmente procesan lotes medianos, compuestos por un número que fluctuaba entre 11 y 200 piezas, son las que más demandan MHCNC (véase el cuadro 5).

## C U A D R O 5

Condiciones técnicas de producción y uso de MHCNC  
en 18 plantas.

Concepto	Número de MHCNC promedio por planta usuaria
<u>Complejidad de las piezas</u>	
-Muy complejas	11
-Medianamente complejas	12
-Relativamente simples	6
<u>Tamaño medio del lote</u>	
-Pequeño (1 a 10 piezas)	4
-Mediano (de 11 a 200 piezas)	15
-Grande (más de 200 piezas)	6
<u>Heterogeneidad o diversidad de piezas manufacturadas</u>	
-Alta, diseños individualizados	7
-Regular	13
-Baja, con cierta estandarización	10
<u>Flexibilidad en el proceso</u>	
-Regular, semiflexible <sup>a/</sup>	8
-Muy flexible <sup>b/</sup>	12

a/ Proceso de maquinado en línea con pocos tramos flexibles.

b/ Proceso de maquinado con organización funcional (taller)  
y de tecnología de grupo.

Si los lotes son chicos, se requieren mas MH convencionales. Si el lote promedio es grande, se usan principalmente MHCN de característica fija y pocas MHCNC en áreas periféricas (como las de piezas con una demanda menor y mas cambiante, o la autofabricación de herramientas y refacciones).

El grupo de las 25 plantas produce piezas heterogéneas o diversas entre sí en términos de sus formas geométricas. Pero se pueden distinguir grados de heterogenidad. En un extremo se encuentran las plantas que procesan piezas con diseños generalmente individualizados y muy diferenciados para el ensamble de una amplia gama de bienes de capital que usualmente se fabrican a pedido. En el otro extremo están los fabricantes de piezas de diseño más estandarizado. Dado que el primer tipo de planta produce lotes chicos como resultado de una extrema heterogeneización, tiende a usar MH convencionales y pocas MHCNC según se comprueba en el cuadro 5. Las plantas que usan en promedio mas MHCNC son las de una heterogenidad no extrema que permite la organización de varios lotes medianos.

El maquinado que llevan a cabo las plantas entrevistadas es flexible. Se considera que 15 plantas son semiflexibles porque usan un proceso organizado en línea con tramos flexibles. Las otras 10 plantas tienen un maquinado enteramente flexible y organizado con un sistema funcional (taller; pro-

ceso discontinuo), o con la llamada tecnología de grupo ("group technology"; proceso semicontínuo). La flexibilidad se refiere a la manufactura de piezas metálicas que dispone de una variada ruta para el recorrido del material a través de las instalaciones de la planta, así como una gama de diferentes requerimientos de maquinado para cada máquina-herramienta, establecida por la diversidad de piezas a procesar. En el cuadro 5 se aprecia que las plantas más flexibles son las que mayor uso hacen de MHCNC. Algunas plantas de proceso menos flexible usan MHCNC en áreas periféricas, aunque en volúmenes pequeños. Se encontraron cuatro casos de este tipo.

Por lo que concierne al tipo de mercado donde operan las empresas, la evidencia presentada en el cuadro 6 indica que las plantas que sólo se orientan al mercado nacional absorben pocas MHCNC. Las que producen para cubrir una proporción de exportaciones tienden a incorporar más MHCNC. Esto sugiere que estas seleccionan MHCNC, en parte porque afrontan una mayor presión de la competencia sobre el precio, la calidad y el tiempo de entrega del producto. La mayoría de las plantas cuya producción se orienta únicamente al mercado nacional afrontando menores presiones de competencia, pueden hacer selecciones de menor eficiencia.

## CUADRO 6

Tipo de mercado al que se orienta el producto y absorción de MHCNC en 18 plantas.

Tipo de mercado	Número de MHCNC Promedio por Planta usuaria
Solo el mercado nacional	6
El mercado Nacional y el exterior, exportando 30% o menos de las ventas	14
El mercado nacional y el exterior, exportando más del 30%	14

En lo referente a la naturaleza de la empresa, los criterios de selección entre máquinas convencionales y las automáticas mostraron variar entre las empresas entrevistadas, según su régimen de propiedad, su experiencia acumulada y el tamaño de la planta. La mayor absorción de MHCNC ocurrió en plantas nacionales privadas, pertenecientes a empresas de larga experiencia y de tamaño grande (véase el cuadro 7)

Adopción de MHCNC según las características de las  
empresas

Características	Número de MHCNC Promedio por Planta usuaria
<u>Según el tipo de propiedad</u>	
-Extranjera	7
-Nacional Estatal	9
-Privada nacional	14
<u>Por antigüedad de la empresa a la que pertenece la planta</u>	
-Antigua (más de 50 años)	24
-Muy madura (de 21 a 50 años)	12
-Madura (de 11 a 20 años)	7
-Nueva (de 5 a 10 años)	10
-Muy nueva (menos de 5 años)	7
<u>Por antigüedad de la planta</u>	
-Muy madura (21-50 años)	12
-Madura (11-20 años)	7
-Nueva (5-10 años)	7
-Muy nueva (menos de 5 años)	12
<u>Según el tamaño de la planta</u>	
Grande (más de 1000 obreros)	16
Mediano (de 100 a 1000 obreros)	9

En general, todo tipo de plantas buscaba la mayor productividad y la mejor calidad posibles. Estos son objetivos comunes. Pero a nivel más específico las plantas de capital extranjero ponían el mayor énfasis en objetivos más concretos de tipo económico, como el ahorro en el costo del trabajo; en tanto que las plantas privadas nacionales enfatizaban más los objetivos concretos de tipo técnico, como la manufactura eficiente (rápida y precisa) de piezas complejas y heterogéneas. Las plantas estatales daban la mayor prioridad a la rapidez y precisión del maquinado, aunque con menor énfasis relativo que las privadas nacionales. (véase el cuadro 8.) La mayor racionalidad económica hacia el ahorro del factor trabajo en las plantas de capital extranjero las conducía a elegir MHCNC, pero las condiciones técnicas de producción, en cuanto a la manufactura de piezas poco complejas en procesos poco flexibles, limitaba la absorción de tales máquinas. Una situación distinta en el proceso productivo y la mezcla de piezas de las plantas privadas nacionales pareció generar una adquisición de MHCNC mayor que las de capital extranjero.

Considerando la antigüedad en el mercado, las plantas pertenecientes a empresas con más experiencia (muy maduras o antiguas) tienden a incorporar más MHCNC en su acervo de maquinaria, mientras que los establecimientos fabriles de empresas más nuevas absorben pocas MHCNC, o ninguna (véase el cuadro 7). El respaldo tecnológico y financiero hacia varias plantas, de parte de empresas multinacionales y compañías con más de 20 años de experiencia, parece favorecer la elección de MHCNC.

**Cuadro 8. Distribución de los principales objetivos de la selección de MHCNC por tipo de empresa.**  
(porcientos)

objetivos de la selección	Capital Extranjero	estatal	privada nacional
<b><u>A. Económicos</u></b>			
ahorro del costo de trabajo	75	20	57
bajo empleo obreros calificados	75	20	57
baja ocupación total	75	40	29
<b><u>B. Técnicos</u></b>			
maquinados de precisión	75	60	71
producir rápido	75	60	71
procesar piezas heterogéneas	50	40	71
fabricar lotes med. y pequeños	25	60	71
producir piezas complejas	50	20	71
política innovadora de la empresa	75	20	43
total	100 <sup>a)</sup>	100 <sup>b)</sup>	100 <sup>c)</sup>

a) cuatro empresas extranjeras compraron MHCNC

b) cinco empresas estatales usuarias de MHCNC

c) siete empresas privadas nacionales adquirientes de MHCNC

El cuadro 7 indica que las plantas que tienen entre 21 y 50 años de actividades y las más nuevas, con menos de cinco años de operaciones, son las principales adquirientes de MHCNC en el grupo estudiado. Esto se puede deber, por un lado a la reestructuración modernizadora de plantas muy maduras que disponían de un parque obsoleto de maquinaria y que por razones de mantener su participación en el mercado renovaron su acervo e incorporaron MHCNC, así como otras máquinas nuevas. También las plantas muy nuevas pudieron decidir la adquisición de MHCNC para, en mejores condiciones, ganar mercado más rápidamente. Por otro lado, las plantas muy nuevas y las muy maduras pertenecen a empresas

Clasificando a las plantas por su tamaño, el cuadro mencionado muestra que las de mayor tamaño utilizan más MHCNC que las medianas.

Las oportunidades de financiamiento para la compra de equipo de alto precio son mayores para plantas grandes y ello les facilita el acceso a MHCNC. Esto favorece a las plantas productoras de grandes volúmenes de producción segmentados en una amplia variedad de lotes de piezas.

Los factores micro que de acuerdo a lo anterior han influido en la adquisición de MHCNC en nuestro país se han dado prevalentemente de una manera que ha contenido la difusión en el segmento potencialmente intensivo en tales máquinas. La mayoría de las plantas de dicho segmento son pequeñas y sus productos se orientan al mercado interno. Según los datos del último censo industrial publicado (el de 1975), la industria metalmeccánica agrupaba a 17300 plantas, de las cuales 4700 operaban en el segmento referido.<sup>35/</sup> De éstas, 4350 (o sea el 93%) eran plantas pequeñas que ocupaban 100 personas o menos. En general, estos establecimientos pequeños afrontan dificultades financieras y obstáculos a su crecimiento que desalientan la inversión en maquinaria. Esta consideración es de relevancia, especialmente si en nuestro país no se tiene el acceso a MHCNC relativamente baratas y de aprovisionamiento casi inmediato, ni la cercanía de los fabricantes como en Japón, ni el ambiente innovador de dicho país, en donde las plantas pequeñas se están erigiendo en demandantes importantes de dichas máquinas.<sup>36/</sup> Por lo que se refiere al mercado al que se orientan las plantas, los datos indican un gran sesgo hacia el

---

35/ El segmento se establece de acuerdo al patrón Estadounidense en el uso de MHCNC. Incluye los siguientes subgrupos industriales del Catálogo Mexicano de Actividades Económicas: el 353, referido a la fabricación de productos metálicos estructurales, tanques, calderas y similares; 363, maquinaria y equipo para industrias específicas; 369, maquinaria y equipo industrial de uso común; 381, vehículos automóviles, refacciones y partes (excluimos la clase 3812 de carrocerías); la clase 3832, relativa a la producción de aeronaves y partes sueltas, y el subgrupo 390 referido a la manufactura de instrumentos de medida y control, equipo y aparatos científicos y profesionales.

36/ Véase Watanabe, S. (1985)

mercado interno. En efecto, la tasa de exportación de este segmento con respecto al valor de su producción bruta fué de 6% en 1979.<sup>37/</sup> Los rubros de mayor producción (automotriz terminal, y maquinaria y equipo no eléctrico, excepto maquinaria agrícola) arrojaron una tasa de exportación de 3%. El rubro mas exportador fué el de motores, refacciones y accesorios para vehículos automóviles, con una tasa de 15%.

Ahora exploremos como ha afectado la utilización de MHCNC a las plantas locales adquirientes, con base en la información obtenida de 18 de ellas que fueron encuestadas. Aunque tal información no es tan completa como se requería, es suficiente y sugestiva en torno a la contribución del uso de tal maquinaria en la productividad, las relaciones de subcontratación entre las plantas, la estructura ocupacional a nivel de la unidad productiva y la competitividad de la empresa (su participación en el mercado interno y su tasa de exportación).

Sólo en dos plantas se logró calcular la productividad laboral, mediante la relación entre el valor agregado y las horas-obrero, y asociarla a la intensidad de uso de MHCNC. Una de las plantas usa MHCNC en una proporción de 16% con respecto al acervo de MH en uso y tuvo un valor agregado de 630 pesos por hora-obrero en 1982. Otra con un uso relativo de MHCNC de 1%, arrojó un valor agregado de 420 pesos por hora-obrero en el mismo año. En general, los usuarios MHCNC han logrado importantes ahorros de tiempo a nivel de máquina hasta en proporciones de 10 a 1.

---

<sup>37/</sup> Datos de INEGI (1984c) y DGE (1982)

En estos casos, el uso de MHCNC dá muestras de rendir frutos en términos de incrementos en la productividad laboral, pero también se encontró que ello no es automático, ni simple, ni rápido, y que existe un lapso de aprendizaje y ajuste en el que resultan niveles de productividad bajos. Esta conclusión se deriva en particular de una de estas plantas, Fabricación de Máquinas, S. A. (FAMA), la cual produce máquinas para la formación de artículos de vidrio y plástico. Esta es la planta de la encuesta que tiene más MHCNC. Ella ha usado por años MH convencionales, e incorporó MHCNC en dos etapas. Primero en los años 1978 y 1979 y luego en 1980-1981. En la primera etapa adquirió 16 máquinas, la mayoría de las cuales se instalaron en 1979. En la segunda, se obtuvieron 40 unidades, sobre todo en 1981.

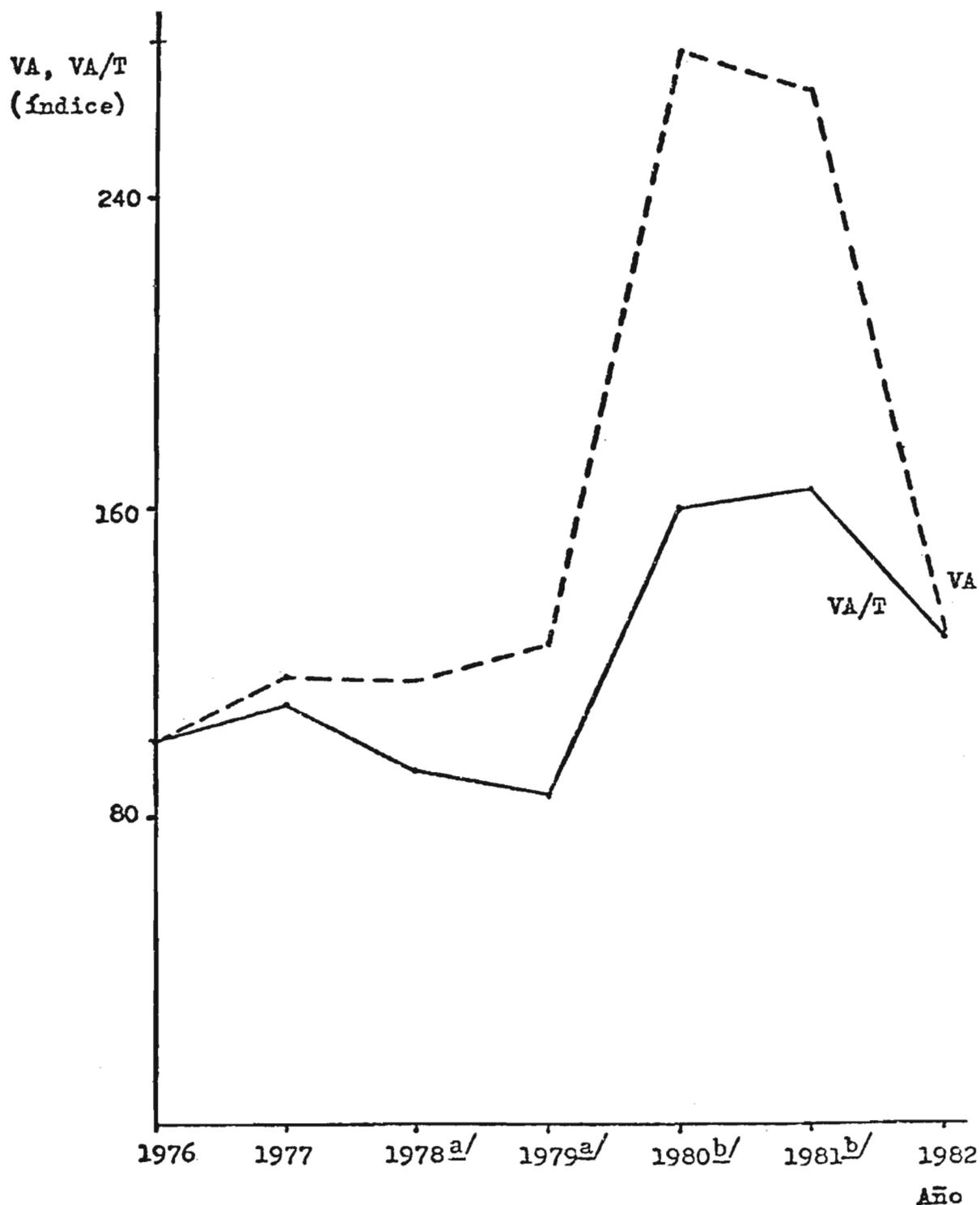
La incorporación de esta maquinaria pareció contribuir a cambios en la productividad. Durante la primera fase de adquisición, la productividad laboral declinó, pese a que el volumen físico de producción (valor agregado real) estaba en aumento, según se aprecia en la gráfica 4. Este efecto se atribuye a los cambios en las rutinas de trabajo, los ajustes en el lay-out, el reentrenamiento del personal y el inicio de un período de aprendizaje de la nueva técnica. Después, en 1980, la productividad laboral aumentó notablemente, en parte debido a un gran incremento en el volumen de producción y en parte por un mayor dominio de la nueva técnica de MHCNC. Posteriormente, en 1982, después de la segunda y mayor incorporación de MHCNC, la productividad laboral disminuyó levemente, en gran parte porque se hizo menos uso de la capacidad instalada al reducirse el volumen de producción. No obstante, el nivel estimado de productividad laboral fué claramente superior a los niveles alcanzados en 1979 (cuando la proporción de MHCNC con respecto al acervo de MH era menor) y en años previos (cuando no se utilizaban MH CNC). Entonces, si los niveles del valor agregado real de

## C U A D R O 9

Indices del Volúmen de Producción y  
Productividad Laboral de la Principal  
Planta Usuaría de MHCNC, 1976-1982  
(1976 = 100)

Año	Valor agregado a precios constantes (VA) a)	Valor agregado real por hora - obrero (VA/O)
1976	100	100
1977	115	109
1978 b)	114	93
1979 b)	127	86
1980 c)	275	159
1981 c)	265	164
1982	147	146

- a) Para estimar el valor agregado, se dedujeron de las ventas las compras de materias primas y otros materiales, así como los pagos por maquila hecha por terceros. El valor agregado, a su vez se deflactó por el índice de precios implícitos del producto interno bruto del subgrupo 5182, referido a otra maquinaria y equipo no eléctrico, de la Dirección General de Estadística.
- b) La empresa compró 16 MHCNC en este año
- c) En este año, la empresa compró 40 MHCNC



a/ La empresa compró 16 MHCNC en 1978 y 1979.

b/ La empresa compró 40 MHCNC en 1980 y 1981

Gráfica 4. Indices del valor agregado a precios constantes (VA) y por hora-obrero (VA/T) de la principal empresa mexicana usuaria de MHCNC, 1976-1982.

Fuente: Cuadro 9

1979 y de 1982 son muy cercanos y los de productividad laboral son lejanos, siendo mayor el de 1982, lo más probable es que la diferencia en la productividad se debe a las mejoras organizativas y al uso de MHCNC en la planta. En opinión de los ingenieros, estos dos factores hicieron posible reducir el ciclo del proceso productivo de unas 20 horas a dos horas. En este sentido, el impacto de estas máquinas sobre la productividad laboral parece haber sido favorable, a pesar de no utilizarse a plena capacidad.

Al interior de la empresa, las áreas que usan una mayor proporción de MHCNC con respecto al acervo de máquinas utilizadas generalmente logran altos niveles de productividad laboral, mientras que las áreas de poco empleo relativo de MHCNC arrojan niveles de productividad de la mano de obra relativamente bajos (véase el cuadro 10).

#### C U A D R O 10

Uso de MHCNC y Productividad Laboral,  
por Area Productiva, en la Principal Planta  
Usuaría de MHCNC en Mexico, 1982

Concepto	Area I	Area II	Total planta
Cantidad de MHCNC en uso	27	29	56
% de MHCNC en el total de MH empleadas	15.3	17.1	16.2
Valor agregado por obrero (millones de pesos por persona)	1.55	1.98	1.89

Por medio de su impacto en la productividad, el uso de MHCNC puede contribuir a mejorar tanto la participación de la empresa en el mercado interno como la tasa de exportación medida con relación a las ventas. Pero hasta ahora tal contribución resulta mínima, poco nítida y no aparece como un efecto lineal. Esto lo indica el cuadro 11, elaborado con datos proporcionados por algunas plantas de la muestra estudiada.

Cuadro 11

Propensión al uso de MHCNC en nueve plantas y participación de la empresa en el mercado interno en 1982

Planta <sup>a/</sup>	Producto	Proporción de MHCNC en el número de MH (%)	Participación en el mercado (%)
F1	Maquinaria industrial	16	95
F2	Maquinaria industrial	1.5	40
F3	Equipo industrial	5	90
F4	Autopartes	9	60
S1	Motores para vehículos	12	18 <sup>b/</sup>
S2	Autopartes	0.4	80
S3	Motores para vehículos	0	22 <sup>b/</sup>
S4	Motores para vehículos	0	8 <sup>b/</sup>
S5	Motores para vehículos	0	6 <sup>b/</sup>

- <sup>a/</sup> F significa planta con un proceso de maquinado flexible y S, planta con proceso semiflexible (más continuo o en línea).  
<sup>b/</sup> Participación de la empresa (no de la planta de motores) en el mercado final de automóviles y camiones.

El cuadro 11 agrupa plantas con procesos de maquinado flexibles y semiflexibles (veáse la sección anterior). En el primer tipo de plantas, el uso de MHCNC en proporciones relativamente mayores se asocia-no de manera contundente- al dominio del mercado interno, como son los casos de las plantas F1 y F4, aunque hay plantas con proporciones bajas de MHCNC (F3,p.ej.) que son líderes en su ramo. Con ciertas limitaciones, en este grupo de plantas se puede apreciar que el papel de las nuevas técnicas basadas en la microelectrónica en el desempeño en los mercados puede ser alto, mayor que en el grupo de plantas con procesos menos flexibles (en línea). En este segundo grupo de plantas, el uso de MHCNC queda virtualmente al margen de la participación de la empresa en el mercado, de acuerdo al cuadro mencionado. La planta S2, con un mínimo de MHCNC en áreas periféricas de la manufactura es líder en su ramo

Estos resultados sugieren, por un lado, que el empleo de MHCNC en México es por ahora de baja magnitud, de tal suerte que su repercusión en la dinámica competitiva en el mercado se diluye. Por otro lado, el desempeño de las empresas metalmecánicas locales parece depender más de otros factores, tales como las estrategias comerciales y de localización (cercanía del mercado final o del abastecimiento de material), o el tipo de técnicas en otros tramos del proceso productivo (como el ensamble), aunque la tendencia apunta a elevar la importancia de la automatización con ayuda de la computadora (incluyendo las MHCNC) hacia la próxima década.

La introducción de MHCNC conduce a cambios, aunque leves, en la estructura ocupacional de la planta. Permite recortar el empleo de obreros y genera nuevos puestos para programadores, dibujantes e ingenieros en electrónica.

La utilización de estas máquinas a nivel de empresa puede inducir cambios en la organización fabril, la organización administrativa y el diseño del producto. Según la información recolectada entre las plantas usuarias visitadas, los ajustes que provocó la incorporación de MHCNC se acenturaron más en la organización fabril que en las otras dos áreas mencionadas. Este efecto ocurrió en una situación de escasez de recursos financieros y recesión industrial, ante lo cual las plantas buscaban la mayor racionalidad posible. Así, dado que tenían capacidad ociosa, las empresas metalmecánicas tendieron a maquilar piezas que anteriormente subcontrataban o importaban. Tal sustitución de importaciones y maquilas se vió más acentuada en las plantas flexibles usuarias de MHCNC.

#### 4. Efectos indirectos de la difusión internacional.

La adquisición de MHCNC en México es baja con respecto a la de los países desarrollados. La propensión a usarlas, con respecto a todo tipo de MH, es de tres al millar en México; mientras que en los países de la OCDE es de 40 %.

Si el uso de estas máquinas contribuye a elevar la productividad laboral, sobre todo a mayor uso intensivo, se espera que, en consecuencia, las manufacturas metalmecánicas de los países avanzados mejoren su competitividad con respecto a los productos metalmecánicos Mexicanos. Aunque este efecto se concentre en el llamado segmento intensivo en MHCNC, es de esperarse que se refleje, así sea levemente, en una mayor participación de los países industrializados en la exportación mundial de equipo de transporte y maquinaria (ETM) y una menor participación Mexicana. Pero la evidencia disponible no indica efectos adversos devastadores, conforme se aprecia en los cuadros 12 y 13.

La exportación de ETM de Estados Unidos creció de 61,000 a 93,000 millones de dólares de 1978 a 1982 y pasó de ser el segundo exportador mundial de estos bienes en 1978 al primero en 1982, desplazando a la República Federal de Alemania. Las exportaciones Mexicanas de ETM crecieron aproximadamente a la misma tasa que la Estadounidense, y las de Corea del Sur crecieron aún más. Además, sumando las exportaciones de ETM de los tres principales exportadores (Estados Unidos, Alemania Federal y Japón), las de México representaron una proporción ligeramente creciente en el período considerado.

## C U A D R O 12

Importancia relativa de la exportación de equipo de transporte y maquinaria (ETM) en México, Corea del Sur y Estados Unidos de Norteamérica, 1978 y 1982

Concepto	México		Corea del Sur		EUA	
	1978	1982	1978	1982	1978	1982
Participación de la exportación de ETM en la exportación de mercancías (%)	10	4	21	28	43	44
Exportación de ETM como % de la exportación de ETM de EUA	0.9	0.9	4.4	6.6	100 a)	100 b)

a) 60,696 millones de dólares

b) 93,401 millones de dólares

Fuente: Banco Mundial (1985), (1984), (1981), (1980).

## C U A D R O 13

Exportación Mexicana de ETM como % de la de los tres principales países exportadores en 1978 y 1982

Países	1978	1982
Estados Unidos, República Federal de Alemania y Japón (Millones de dólares)	183,054	254,112
México (% de los 3 principales exportadores)	0.314	0.331

Fuente: Banco Mundial (1985), (1984), (1981), (1980).

Estas tendencias nos indican que Corea del Sur está impulsando realmente su exportación en ETM apoyada en una estrategia de aumento en la productividad que incluye una creciente automatización flexible, incorporando a su planta productiva MHCNC en altas proporciones. En cambio México, con una absorción menor de MHCNC no ha logrado los avances de Corea del Sur, pero por lo menos ha sostenido su participación en la exportación mundial de ETM, incluyendo productos manufacturados con técnicas convencionales (tales como la automatización fija, masiva, de autopartes), así como bienes procesados con técnicas basadas en la computación (como las MHCNC) y exportados por los principales usuarios. Hasta ahora, algunas empresas locales aún con una baja intensidad en el uso de MHCNC, continúan compitiendo y exportando en el segmento potencialmente usuario de estas máquinas, a un ritmo equivalente al del principal exportador del mundo. Pero quizá esta situación no continúe igual en los próximos años. De persistir esta baja adopción local de la nueva técnica y considerando las tendencias tecnológicas de una creciente aplicación del microprocesador en la automatización de la manufactura y el diseño, el país estaría en desventajas técnicas para mantener (por no decir aumentar) su participación en el comercio internacional de manufacturas metálicas.

El país requiere de aumentar esta participación, como la de otros bienes no petroleros, a fin de disminuir la dependencia de la exportación petrolera. El cuadro 13 muestra que la participación de la exportación de ETM en la exportación de mercancías bajó en México de 10% a 4% de 1978 a 1982; en cambio la de Corea del Sur y la de los Estados Unidos aumentaron. En el caso Mexicano, esta tendencia refleja el gran incremento que tuvo la exportación de petróleo, lo cual ha hecho reducir la participación de otras exportaciones Mexicanas. Para revertir esta tendencia en la estructura de las exportaciones locales, un prerrequisito es la adopción de técnicas basadas en la computadora que contribuyen a elevar la competitividad.

##### 5.- CONCLUSIONES PRINCIPALES.

De acuerdo al material estudiado en las páginas anteriores, se concluye que la llamada "revolución tecnológica" tiene sus limitaciones en el caso de las MHCNC; que el balance de factores determinantes de la difusión nacional de MHCNC es preventivo; que el impacto del uso de la técnica estudiada sobre la productividad laboral es positivo pero no es automático ni simple, y se diluye su repercusión en la participación del usuario en el mercado; y que el esperado efecto dramático adverso de la concentración del

cambio técnico "revolucionario" en los países avanzados sobre los de nueva industrialización como México ha sido hasta ahora sólo un mito.

Con respecto al primer punto, quedó visto que la aplicación de MHCNC en procesos de maquinado todavía tiene sus limitaciones. Estas han minado su difusión y su impacto en las variables económicas. Es en un segmento de la supuesta industria usuaria (la procesadora de piezas metálicas) en donde se concentra la aplicación intensiva de dichas máquinas, como en las ramas de autopartes y componentes para bienes de capital. En el otro segmento, que comprende principalmente las ramas de estructuras metálicas y bienes de consumo duradero, se utilizan usualmente MH automáticas fijas y no automáticas convencionales, en procesos predominantemente de maquinado por deformación. Este punto se relaciona con los referidos al efecto de la difusión de estas máquinas.

Por lo que toca a la segunda conclusión, resultó claro que los factores preventivos de la difusión nacional de MHCNC prevalecieron sobre los que alientan la adquisición. La baja absorción la manifiestan el tamaño del parque de estas máquinas (543 en 1983, de las cuales se estima que 350 eran de característica plenamente flexible) y su participación en la adquisición de MH de arranque de viruta dentro de un período comparativo (menos de 1% en términos de unidades y menos de 5% en valor en el lapso 1979-1983). El ambiente de política industrial en favor de la modernización y la liberación de las importaciones de maquinaria, así como el clima de crecimiento económico y la moneda local sobrevaluada en el período 1978-1981, fueron factores que estimularon importantes adquisiciones, particularmente en dicho lapso. Pero a partir de 1982, y pese a la persistencia de la política de modernización industrial y liberación comercial, otros factores que desalientan la demanda de las máquinas estudiadas tuvieron la mayor incidencia. Entre éstos se encontraron las condiciones económicas generales de recesión, limitaciones financieras, devaluaciones recurrentes y escasez de divisas que han deprimido la inversión en maquinaria importada. En estas circunstancias, los pequeños establecimientos del segmento industrial potencialmente usuario no han tenido un verdadero acceso a la nueva tecnología. Estos, que ocupan menos de 100 trabajadores, representan el 90% de las plantas del segmento mencionado.

El uso de MHCNC en plantas y áreas de producción donde se utilizan más intensivamente rinde frutos en términos de incrementos en la productividad laboral. Pero este resultado no es automático, ya que se afrontan dificultades de adaptación y reorganización de la planta para el uso óptimo de la nueva técnica. Hay un período de aprendizaje y ajuste durante el cual resultan niveles de productividad relativamente bajos. Estos niveles se incrementan notablemente una vez dominada la técnica y reorganizada la planta. Por medio de su impacto positivo en la productividad, el uso de MHCNC puede contribuir a una mayor participación de la empresa en los mercados interno y externo.

Sin embargo, en el caso de los usuarios establecidos en el país, estos efectos no se dan linealmente. Estos se diluyen en gran medida por dos razones: (a), por el hecho de que la incorporación de la técnica estudiada es baja, y (b), por la importancia relativa de otros factores determinantes de la competitividad que inciden adversamente, tales como una alta proporción de la capacidad instalada en ocio, la adopción de inadecuadas estrategias comerciales y de localización de las empresas y el uso de técnicas convencionales en otros tramos del proceso productivo (como el ensamble).

Finalmente, la evidencia estudiada permite sustentar que hasta ahora ha sido un mito el efecto adverso devastador de la concentración de la tecnología basada en la microelectrónica en los países avanzados, en términos del comercio exterior de los países en vías

de desarrollo. Primeramente, como ya quedó visto, hay un segmento industrial en el que la aplicación de la microelectrónica ha tenido limitaciones y ha sido mínima. En parte por ello, el ritmo de difusión mundial no es tan elevado como se había esperado hacia fines de los setentas. Por otro lado, varios países de nueva industrialización vienen adquiriendo y dominando la tecnología. En consecuencia, éstos pueden competir en el mercado internacional con el uso de técnicas convencionales e intensivas en trabajo, en rubros manufactureros donde el costo del trabajo, siendo relativamente bajo, no ha visto eliminada su importancia. Asimismo, ellos han mantenido su participación en las exportaciones mundiales del segmento industrial intensivo en la nueva tecnología (como el caso de México) e incluso la han podido incrementar mediante una absorción más dinámica de tal tecnología (como Corea del Sur). Queda por establecerse si esta situación se mantiene en el futuro. Hasta ahora, la manera en que se ha difundido la nueva tecnología ha dado tiempo a los países de nueva industrialización a tomar medidas para defender sus exportaciones. Precisamente, si hay la oportunidad de tomar una posición más activa, ante la posibilidad de que se acelere la aplicación de métodos productivos automáticos con asistencia de la computadora en los años por venir y con el fin de evitar una tendencia hacia un círculo vicioso perverso en el que la crisis económica obstaculice la innovación y ello, al arrojar desventajas competitivas, refuerce la misma crisis, México necesita una política económica que resuelva el cuello de botella recesivo y financiero

y al mismo tiempo estimule la innovación de procesos productivos, incluyendo la adopción y el dominio de nuevas técnicas asistidas por computadora.

## A p é n d i c e A

Estimación de la adquisición de MHCN en México  
de 1974 a 1983

Debido a la falta de datos de importación de MHCN en unidades, se utilizó un método indirecto para medir dicha importación por año. El procedimiento fue el siguiente. Sean las siguientes igualdades:

$$R = \frac{P_{cn}}{P_c} \quad (a.1)$$

$$K_i = K_{ic} + K_{icn} \quad (a.2)$$

$$v = \frac{P_{cn} K_{icn}}{P_{cn} K_{icn} + P_c K_{ic}} \quad (a.3)$$

donde  $P_{cn}$  es el precio promedio de las MHCN,  $P_c$  es el de las MH convencionales,  $K_{ic}$  es el número de MH convencionales importadas en un año dado,  $K_{icn}$  es el de las MHCN. Así,  $R$  es la relación de precios de los dos tipos de máquinas,  $K_i$  es el volumen de MH importadas (en número de máquinas) y  $v$  es la participación del valor de la importación de las MHCN en el de la importación total de MH.

Despejando  $K_{icn}$  en la ecuación a.3, tenemos

$$K_{icn} = v \left( \frac{P_c}{P_{cn}} \right) K_{ic} + v K_{icn}$$

$$K_{icn} = \frac{v}{1-v} \left( \frac{P_c}{P_{cn}} \right) K_{ic}$$

De acuerdo a la ecuación a.1, tenemos que

$$K_{icn} = \frac{v}{R(1-v)} K_{ic} \quad (\text{a.4})$$

Sustituyendo la ecuación a.2 en la a.4, resulta:

$$K_{icn} = \frac{v}{R(1-v)} (K_i - K_{icn})$$

$$K_{icn} = \frac{v}{R(1-v)} K_i \div \left[ 1 + \frac{v}{R(1-v)} \right]$$

$$K_{icn} = \frac{v}{R(1-v)+v} K_i \quad (\text{a.5})$$

C U A D R O A.1

Estimación de la adquisición de MHCN en México, 1974-1983  
(número de unidades)

AÑO	$v^{\underline{a}/}$	$R^{\underline{b}/}$	$R(1-v)+v$	$Ki^{\underline{c}/}$ (unidades)	$Kicn$ (unidades) (2÷4) X (5)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1974	.0200	8.32	8.17	11 677	28
1975	.0216	4.85	4.77	9 998	45
1976	.0268	4.83	4.73	10 048	56
1977	.0216	4.36	4.29	6 944	34
1978	.0454	4.28	4.13	7 257	79
1979	.0184	4.24	4.18	13 565	59
1980	.0308	3.48	3.40	20 409	184
1981	.0170	2.89	2.86	31 368	186
1982	.0182	2.80	2.77	19 830	130
1983	n.d.	n.d.	-	20 472	65 <sup>d/</sup>

a/ Véase el cuadro A.2

b/ Se adoptó la relación de precios entre los tornos convencionales y los tornos CNC producidos en Japón, durante el período de 1974 a 1981; véase Jacobsson, S. (1985). Para el año 1982, se supuso que la relación de precios prosiguió su tendencia ligeramente a la baja.

c/ Véase el cuadro B.1 del apéndice B.

d/ Se supone que la adquisición de MHCN cae por lo menos a la mitad con respecto al año anterior, de acuerdo a las observaciones de nuestra encuesta.

## C U A D R O A.2

México: Participación de las MHCN en el valor de la importación de MH, 1974-1982

(Millones de dólares)

Año	Importación de MHCN <sup>a/</sup>	Todo tipo de MH <sup>b/</sup>	Participación % de MHCN en MH
(1)	(2)	(3)	(4) = (2) ÷ (3) x 100
1974	1.6	80.15	2.00
1975	2.4	111.0	2.16
1976	3.4	127.0	2.68
1977	2.0	92.7	2.16
1978	4.6	101.3	4.54
1979	3.8	206.2	1.84
1980	12.6	408.9	3.08
1981	11.6	684.0	1.70
1982	11.0	605.7	1.82

a/ Fuentes: De 1974 a 1979, Jacobsson, S. (1980); y de 1980 a 1982, estimación propia, con base en la importación procedente de Japón (véase TSF, 1984) y suponiendo que ella representaba cuando mucho el 50% del total de la importación de MHCN en los tres años

b/ Fuentes: 1974 y 1975, Naciones Unidas (1979); de 1976 a 1978, Naciones Unidas (1981); y de 1979 a 1982, Naciones Unidas (1985)

## Cuadro A.3

Incorporación anual estimada de MHCN por clase  
de máquina.  
(Unidades,

Año	Total de MHCN <u>a/</u>	MHCNC flexibles <u>b/</u>	MHCN fijas (incluyen MHCNC fijas) (2)-(3)
(1)	(2)	(3)	(4)
1974	28	0	28
1975	45	0	45
1976	56	0	56
1977	34	6	28
1978	79	2	77
1979	59	48	11
1980	184	63	121
1981	186	130	56
1982	130	95	35
1983	65	6	59
1974-83	866	350	516

a/ Véase el cuadro A.1

b/ Tomado del cuadro 2

C U A D R O    A.4  
 IMPORTACION DE MH POR TIPO DE MAQUINA,  
 1979 - 1983  
 (unidades)

AÑO	MH de deformación	MH de arranque de viruta	T O T A L
1979	5 924	7 641	13 565
1980	8 604	11 805	20 409
1981	13 449	17 919	31 368
1982	8 585	11 245	19 830
1983	8 597	11 875	20 472
1979 - 83	45 159	60 485	105 634

Fuente:

Calculado con el criterio del cuadro B.1, del apéndice B, con base en datos del Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Ver la nota a/ del cuadro B.1.

## C U A D R O A.5

Uso de Piezas Maquinadas en Algunas Ramas Metalmeccánicas  
Selectas, 1983

Clase Industrial	Distribución del maqu util	Valor de ma-	Valor unitario
	%	%	(mil pesos/unid.)
3541. Productos de hojalata	0.2	1.4	0.002 <sup>a)</sup>
3542. Art. troquelados y esmaltados	0.9	8.6	-
*3611. Máq. e implem. agrícolas	5.2	83.3	128.8 <sup>b)</sup>
*3641. Máq. para oficina y contabilidad	2.7	74.9	{ 3.3 <sup>a)</sup> 6.5 <sup>b)</sup>
3721. Tocabdiscos y recep. de radio y t.v.	0.2	2.5	1.5 <sup>a)</sup>
3723. Otros eq. y ap. elec- trónicos	0.1	2.8	-
3731. Ap. eléctricos y sus partes	5.5	27.5	0.7 <sup>a)</sup>
3741. Acumuladores, baterías y pilas	0.1	1.7	0.001 <sup>a)</sup>
*3821. Eq. ferroviario	3.6	45.3	887.6 <sup>b)</sup>
*3831. Veh. automóviles	81.5	62.8	46.9 <sup>a)</sup> 36.5 <sup>b)</sup>
<u>Total</u>	<u>100.0</u>	-	

a) Miles de pesos por pieza o unidad

b) Miles de pesos por juego

\* Ramas relativamente intensivas en el uso de piezas maquinadas

Fuente: Dirección General de Estadística, Encuesta Industrial Anual-1983,  
México, D.F., 1984.

C U A D R O    A.6  
 CONSUMO INTERMEDIO A PRECIOS DE 1970 DE RAMAS  
 METALMECANICAS INTENSIVAMENTE USUARIAS  
 DE MAQUINADOS, 1966 - 1983.  
 (Millones de pesos)

Año	Maq. y eq. no eléctrico	Maq. y ap. eléctricos	Automó- viles	Eq. y mat. de transporte	Total (2+3+4+5)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1966 <sub>a/</sub>	1 893	996	4 035	404	7 328
1967	1 962	976	4 308	423	7 669
1968	2 382	1 177	5 014	466	9 039
1969	2 382	1 249	5 711	517	9 859
1970 <sub>b/</sub>	2 743	1 338	6 362	552	10 906
1971	2 919	1 350	7 279	579	12 127
1972	3 248	1 677	8 265	651	13 841
1973	3 877	1 773	10 428	728	16 806
1974	4 228	1 825	12 744	800	19 597
1975	4 817	1 834	13 240	792	20 683
1976	4 957	1 947	11 934	892	19 630
1977	4 996	1 982	10 683	760	18 421
1978	5 707	2 457	14 296	798	23 258
1979	6 799	2 809	16 733	825	27 166
1980 <sub>c/</sub>	7 410	3 193	19 106	923	30 632
1981	8 191	3 468	23 426	1 102	36 187
1982	6 748	3 242	17 172	1 077	28 239
1983 <sub>d/</sub>	5 164	2 492	10 130	907	18 693

De 1966 a 1969, se

a/ / aplicaron los índices del cuadro A.7 a los valores del año 1970.

b/ De 1970 a 1978 se tomó como fuente DGE (1981).

c/ De 1979 a 1982 se utilizaron los datos de Instituto Nacional de Estadística,

C U A D R O A.7  
INDICE DEL CONSUMO INTERMEDIO A PRECIOS CONSTANTES EN  
ALGUNAS RAMAS METALMECANICAS, 1966-1970.a/

Año	Maq. y Eq. no Eléctrico	Maq. y apa ratos eléctricos	Automó- viles	Equipo de transporte
1966	69.01	74.46	63.42	71.91
1967	71.54	72.92	67.71	75.24
1968	86.84	87.97	78.81	82.97
1969	86.84	93.38	89.77	92.01
1970	100.00	100.00	100.00	100.00

a/ Calculado con base en los datos del consumo intermedio a precios de 1960 de las ramas 31,32, 33 y "el ensamble de vehículos automóviles" de la rama 34, de Banco de México, 1977.

C U A D R O A.8  
PRODUCTO INTERNO BRUTO DE ALGUNAS RAMAS  
METALMECANICAS, 1982 y 1983.  
(Millones de pesos a precios de 1970)

Rama	1982	1983	Cambio relativo 1982 - 1983 (%)
5 1 Maquinaria y equipo no eléctrico	6 579.5	5 034.9	(-) 23.48
5 2 Maquinaria y aparatos eléctricos	2 792.9	2 146.5	(-) 23.14
5 6 Automóviles	7 079.7	4 176.0	(-) 41.01
5 8 Equipo de Transporte	1 400.9	1 179.9	(-) 15.78

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1984b

## A p é n d i c e B

### Estimación de consumo nacional aparente y del parque de MH en México, 1967-1983.

Para estimar el consumo nacional aparente (CNA) de MH en número de unidades, fué necesario calcular primeramente la importación y la compra de unidades nacionales.

#### a. Importación de MH en unidades, 1967-1983

Puesto que los anuarios de comercio exterior de México contienen datos sobre la importación de MH únicamente en valor y toneladas, se procedió a reunir la información en toneladas por tipo de MH. Luego éstas se convirtieron a unidades, de acuerdo a los índices de peso/unidad de un estudio hecho por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI<sup>i</sup>). Estos índices se presentan en la nota a) del cuadro B.1, el cual contiene los resultados de la conversión.

#### b. La compra de MH nacionales en unidades, 1967-1983

La adquisición de MH nacionales se estimó deduciendo la exportación de la producción nacional en número de unidades. Las fuentes de información sobre la producción nacional y la exportación de MH fueron Nacional Financiera, S.A.<sup>ii</sup>), la Dirección General de Estadística<sup>iii</sup>) y American Machinist<sup>iv</sup>). Los datos correspondientes a estos dos conceptos se presentan en el cuadro B.2. Los datos de la compra de unidades nacionales están contenidos en el cuadro B.5, el cual presenta también la estimación del CNA.

#### c. Parque de MH instaladas en México, 1970-1983.

En la estimación del parque de MH instaladas en el país se consideraron la adquisición y la reposición de MH. Para calcular el retiro de MH depreciadas se supuso una vida útil fluctuante entre 10 y 20 años. Así, se adoptó el criterio de que los retiros correspondientes a una generación de MH se iban dando paulatinamente una vez que se cumplen 10 años de uso, hasta su límite de 20 años, suponiendo que en cada uno de estos años se retiraba aproximadamente el 10% de la generación referida. Si lo mismo se supone para varias generaciones, se tiene que:

i) ONUDI (1974)

ii) Nacional Financiera, S.A. (1978)

iii) Dirección General de Estadística (años 1967-1983)

iv) American Machinist (1982 y 1983)

$$R_t = (0.1) (A_{t-10} + A_{t-11} + \dots + A_{t-19}),$$

$$\text{o sea } R_T = (0.1) \sum_{n=10}^{19} A_{t-n} . \quad (\text{b.1})$$

$R_t$  es el retiro de MH en el año  $t$  y  $A_t$  es la adquisición de MH en el año  $t$ . El parque ( $P_t$ ), consecuentemente, estaría dado por la siguiente relación:

$$P_t = A_t - R_t + P_{t-1} \quad (\text{b.2})$$

Las ecuaciones b.1 y b.2 son la base de los datos contenidos en los cuadros B.6, B.7 y B.8

CUADRO B.1  
 IMPORTACION ANUAL DE MH PARA EL TRABAJO DE METALES EN MEXICO,  
 1971-1983  
 (Número de unidades)<sup>a/</sup>

Año	Tornos	Rectifi- cadoras etc. <sup>b/</sup>	Fresa- doras	Mandrilladoras		Prensas	Otras MH	MH total $\sum$ 8 2
				lige- ras	pesa- das			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1971	1 528	744	752	50	10	906	2 473	6 463
1972	1 427	854	846	32	12	1 151	2 638	6 960
1973	1 776	1 103	837	47	2	1 166	3 628	8 559
1974	2 541	1 930	1 040	67	12	1 263	4 824	11 677
1975	2 738	1 226	1 016	83	8	891	4 036	9 998
1976	2 450	970	889	86	19	1 486	4 148	10 048
1977	1 462	645	755	40	8	737	3 297	6 944
1978	1 956	865	543	40	4	835	3 014	7 257
1979	3 723	1 599	1 175	67	17	1 804	5 180	13 565
1980	6 034	1 966	1 561	75	11	2 691	8 071	20 409
1981	5 957	3 595	4 735	171	20	3 993	12 897	31 368
1982	3 109	2 192	1 043	86	12	2 657	10 731	19 830
1983	6 064	1 973	1 561	75	11	2 694	8 094	20 472

<sup>a/</sup> El número de unidades se calculó en base a las siguientes relaciones de peso (toneladas) por máquina: Tornos, 2.5; rectificadoras, etc., 2.0; fresadoras, 1.5; mandriladoras ligeras, 10.0; mandriladoras pesadas 35; prensas, 5.0; y otras MH, 2.0, de acuerdo a los criterios del estudio de la ONUDI (1974), del cuadro 32, pág. 42, excepto en los casos de las mandriladoras ligeras (menos de 25 tons.) y las pesadas (más de 25 tons.) para las cuales el autor usó un criterio propio.

<sup>b/</sup> Rectificadoras, afiladoras y amoladoras.

Fuente: Dirección General de Estadística, Anuarios del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Para los años de 1980 a 1983, se consultaron hojas mimeografiadas de los anuarios elaboradas por la Dirección General de Estadística.

## C U A D R O B.2

PRODUCCION NACIONAL Y EXPORTACION DE MH, 1967-1984.  
(Número de unidades)

Año	Producción nacional <u>a/</u>	Exportación	
		Unidades <u>b/</u>	Miles de pesos corrientes <u>c/</u>
1967	283	0	0
1968	296	0	0
1969	360	0	0
1970	423	0	0
1971	453	0	0
1972	492	0	0
1973	548	0	0
1974	1 215	0	0
1975	1 328	270	7 001
1976	1 243	1 131	7 672
1977	1 184	706	23 867
1978	1 547	370	20 678
1979	3 349	1 213	61 468
1980	6 189	2 223	156 572
1981	4 679	1 727	161 131
1982	8 230	1 057	161 415
1983	3 300	745	261 725
1984	3 858	666	365 402

a/ Los datos de 1967 a 1977 se tomaron de NAFINSA (1978). De 1978 a 1984, se aplicaron las tasas anuales de crecimiento del valor de la producción nacional de MH a precios constantes (véase el cuadro B.3)

b/ La fuente de los datos de 1967 a 1979 es DGE, Anuarios estadísticos del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Los datos de 1980 a 1984 se calcularon aplicando la tasa de crecimiento anual del valor de la exportación de precios constantes (cuadro B.4).

c/ Los datos de 1967 a 1979 fueron elaborados con base en las cifras de los anuarios estadísticos de comercio exterior de la DGE. Los datos de 1980 a 198 se tomaron del cuadro B.4.

## Cuadro B.3

VALOR DE LA PRODUCCION NACIONAL DE MH, 1978-1984.  
(Millones de pesos a precios constantes, 1980=100)

Año	Valor de la producción	Tasa de crecimiento (%)
1978	230 <u>a/</u>	30.7
1979	498 <u>a/</u>	116.5
1980	587 <u>a/</u>	84.8
1981	444 <u>b/</u>	(-) 24.4
1982	781 <u>b/</u>	75.9
1983	313 <u>b/</u>	(-) 59.9
1984	366 <u>b/</u>	16.9

a/ Datos tomados de NAFINSA (1981)

b/ Estimaciones, convirtiendo las cifras de American Machinist de dólares a pesos y deflactando por el índice de precios de la producción de maquinaria para el trabajo de madera y metales y para la industria de alimentos y bebidas.

Cuadro B.4  
 EXPORTACION MEXICANA DE MH PARA EL TRABAJO DE METALES,  
 1979-1982.  
 (En valor monetario)

Año	Exportación en miles de dólares de EUA <sup>a/</sup>	Conversión a pesos mexicanos (miles)	Exportación en miles de pesos, a pre- cios constan- tes (base 1980)	Tasa de crecimiento real estimada (%)
1979	2 997	68 348	85 435	
1980	6 822	156 572	156 572	83.3
1981	6 573	161 131	121 700	(-) 22.3
1982	2 810	161 415	74 522	(-) 32.8
1983	2 178	216 725	52 524	(-) 29.5
1984	2 178 <sup>b/</sup>	365 402	46 937	(-) 10.6

<sup>a/</sup> Fuentes: Naciones Unidas, Yearbook of International Trade Statistics 1982, N. York, 1985, Vol. II, para 1979-1983. American Machinist (1985), para el dato de 1984.

<sup>b/</sup> Para el período 1983-1984, los datos de American Machinist (1985) arrojan una tasa de crecimiento nula en términos de dólares.

## C U A D R O B.5

CONSUMO NACIONAL APARENTE DE MAQUINAS-HERRAMIENTA  
 EN MEXICO, 1967-1983.  
 (Unidades)

Año	M H impor- tadas <u>a/</u>	M H de origen na- cional <u>b/</u>	Consumo nacional aparente de MH  (2 + 3)
(1)	(2)	(3)	(4)
1967	5 737	283	6 020
1968	6 744	296	7 040
1969	7 168	360	7 528
1970	6 761	423	7 184
1971	6 463	453	6 916
1972	6 960	492	7 452
1973	8 559	548	9 107
1974	11 677	1 215	12 892
1975	9 998	1 058	11 056
1976	10 048	112	10 160
1977	6 944	478	7 422
1978	7 257	1 177	8 434
1979	13 565	2 136	15 701
1980	20 409	3 966	24 375
1981	31 368	2 952	34 320
1982	19 830	7 173	27 003
1983	20 472	2 555	23 027
1967-1983	199 960	25 677	225 277

a/ Fuente: De 1967 a 1970, ONUDI (1974) , y de 1971 a 1983, el cuadro B.1.

b/ Excluyen las unidades nacionales que se exportaron. Fuente, el cuadro B.2

## Cuadro B.6

ESTIMACION DEL PARQUE INSTALADO ENTRE 1970 y 1983 DE MH IMPORTADAS  
(Número de unidades)

Año	Adquisición Anual <u>a/</u>	Retiro Anual <u>b/</u>	Parque instalado $(4_{t-1})+(2)-(3)$
(1)	(2)	(3)	(4)
1960	2 309	-	-
1961	1 574	-	-
1962	2 719	-	-
1963	6 636	-	-
1964	6 486	-	-
1965	7 668	-	-
1966	5 669	-	-
1967	5 737	-	-
1968	6 744	-	-
1969	7 168	-	52 710 <sup>c/</sup>
1970	6 761	231	59 240
1971	6 463	388	65 315
1972	6 960	660	71 615
1973	8 559	1 324	78 850
1974	11 677	1 973	88 554
1975	9 998	2 740	95 812
1976	10 048	3 307	102 553
1977	6 944	3 881	105 616
1978	7 257	4 555	108 318
1979	13 565	5 041	116 842
1980	20 409	5 560	131 691
1981	31 368	5 934	157 125
1982	19 830	5 986	170 969
1983	20 472	6 173	185 268

a/ Datos tomados de ONUDI (1974), de 1960 a 1970, y del cuadro B.5, de 1971 a 1983

b/ Calculado con base en la siguiente fórmula:

$$R_t = (0.1) \sum_{n=10}^{19} A_{t-n}, \text{ donde } R_t \text{ es el retiro de MH en el año } t_0 \text{ y } A_{t-n} \text{ es la adquisición en el año } t-n.$$

c/ Parque de MH con menos de 10 años, y en cada año siguiente va aumentando la edad máxima del parque hasta llegar a 20 años. En los siguientes años (1970-83) se agrega a este parque la adquisición y se deduce el retiro de

## Cuadro B.7

## ESTIMACION DEL PARQUE INSTALADO ENTRE 1970 y 1983 DE MH DE ORIGEN NACIONAL.

(Número de unidades)

Año	Adquisición Anual <u>a/</u>	Retiro Anual <u>b/</u>	Parque instalado $(4)_{t-1} + (2) - (3)$
(1)	(2)	(3)	(4)
1960	0	-	-
1961	0	-	-
1962	0	-	-
1963	0	-	-
1964	200	-	-
1965	206	-	-
1966	228	-	-
1967	283	-	-
1968	296	-	-
1969	360	-	1 573 <sup>c/</sup>
1970	423	0	1 996
1971	453	0	2 449
1972	492	0	2 941
1973	548	0	3 489
1974	1 215	20	4 684
1975	1 058	41	5 701
1976	112	63	5 750
1977	478	92	6 136
1978	1 177	121	7 192
1979	2 136	157	9 171
1980	3 966	200	12 937
1981	2 952	245	15 644
1982	7 173	294	22 523
1983	2 555	349	24 729

a/ Los datos correspondientes al lapso 1960-1965 se tomaron de NAFINSA (1978) y los que se refieren a los años de 1967 a 1983 se tomaron del cuadro B.5 y excluyen las MH nacionales exportadas.

b/ Se aplicó el mismo procedimiento del cuadro anterior. Véase su respectiva nota b/

c/ Parque de MH con menos de 10 años y en cada año siguiente va aumentando la edad máxima de las máquinas hasta llegar a su límite de utilidad de 20 años. Sobre esta base de 1969, en cada año posterior se agrega la adquisición anual y se deduce el retiro de MH.

## Cuadro B. 8

## PARQUE NACIONAL DE MH POR ORIGEN, 1970-1983

(Número de unidades)

Origen de las MH	1970 (hasta 10 años)		1976 (hasta 16 años)		1983 (menos de 20 años)	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Importación	59 240	97	102 553	95	185 268	88
Nacional	1 996	3	5 750	5	24 729	12
Total	61 236	100	108 303	100	209 997	100

Fuente: Cuadros B.6 y B.7

Fuentes bibliográficas.

- American Machinist (1982, 83 y 85), números de febrero.
- Banco de México (1977), Estadísticas de la Oficina de Cuentas de Producción, CP(E) 77/22, México, D.F.
- Banco de México (1985), Indicadores económicos, México, D.F. dic.
- Banco Mundial (1980, 1981, 1983, 1984, 1985), World Development Report, Oxford University Press, N. York.
- Bessant, J. (1983), "The Diffusion of Microelectronics" en S. Jacobsson y J. Sigurdson (eds.), Technological Trends and Challenges in Electronics, Research Policy Institute, University of Lund, Suecia.
- Boon, G. K. (1980), Micro-Chips in the Metal Industry of Latin America. Its Implications for the International Division of Labour, Noordwijk, Holanda (mimeo).
- Bright, J. R. (1958) Automation and Management, Harvard University Press, Boston.
- Chudnovsky, D., Nagao, M. y Jacobsson, S. (1983), Capital Goods Production in the Third World, St. Martin's Press, N.York, (Cap. 5).
- Dirección General de Estadística (1967-1983), Anuarios estadísticos del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos, México, D.F.
- Dirección General de Estadística (1979), X Censo Industrial 1976, (datos de 1975), México, D.F.
- Dirección General de Estadística (1981), Sistema de Cuentas Nacionales de México, México, D.F.
- Dirección General de Estadística, DGE. (1982), Sistema de Cuentas Nacionales de México 1978-1980, Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.
- Dirección General de Estadística (1984), Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. 1979 México, D.F.
- Dirección General de Estadística (1984), Encuesta Industrial Anual-1983, México, D.F.
- Dirección General de Estadística (1985), Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, -1982 y 1983, cifras preliminares (mimeo).

- Edquist, Ch. y S. Jacobsson (1984), Trends in the Diffusion of Electronics Technology in the Capital Goods Sector, Research Policy Studies, Discussion Paper No. 161, University of Lund, Suecia.
- Einzig, P. (1957), The Economic Consequences of Automation, Secker and Warburg, Londres.
- Freeman, C. (1984), "Prometheus Unbound", Futures, October.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (1984a), Sistema de Cuentas Nacionales de México 1980-1982, SPP-PNUD, México, D.F., Tomos I y II.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (1984b), Sistema de Cuentas Nacionales de México 1981-1983, Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (1984c), Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. 1979, México, D.F.
- Jacobsson, S., (1980), The Use and Production of Numerically Controlled Machine Tools in Argentina, Research Programme on Scientific and Technological Development in Latin America, Working Paper no. 37, Buenos Aires.
- Jacobsson, S. (1982), "Electronics and the Technology Gap: The Case of Numerically Controlled Machine Tools", Bulletin, Institute of Development Studies, Sussex.
- Jacobsson, S. (1985), "Technical Change and Industrial Policy: The Case of Computer Numerically Controlled Lathes in Argentina, Korea and Taiwan", World Development, Vol.13, no.3., pp.353-370.
- Kaplinsky, R. (1984), Automation. The Technology and Society, Longman, Londres.
- Kuratle, H. (1982), "Versatile Machining Center", VOI International Magazine, No. 3/82, Dusseldorf.
- Machline, C., O. Udry, y H. Rättner (Coordinador), (1985), Máquinas-herramienta de control numérico en Brasil: Diagnóstico y Política, TSF, Noordwijk, Holanda (mimeo).
- Mercado, A. (1985), La difusión de máquinas-herramienta de control numérico computarizado en México: Causas y efectos, El Colegio de México/TSF, octubre (mimeo)

- Nacional Financiera (1978), La oferta nacional de bienes de capital, Monografías Sectoriales sobre Bienes de Capital, No. 1, México, D.F.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo (1974), Machine Tools in Latin America, Nueva York.
- Naciones Unidas (1979, 1981 y 1985), International Trade Statistics Year book, vol. II, Nueva York.
- Pérez, C. (1985), "Microelectronics, Long Waves and World Structural change: New Perspectives for Developing Countries", World Development, vol. 13, no. 3.
- Real, B. (1980), The Machine-Tool Industry, OECD, París.
- Reppy, J. (1982), "The Role of the U.S. Air Force in the Development of Numerically Controlled Machine-Tools", University of Sussex (mimeo).
- Schumpeter, J. (1964), Business Cycles, Nueva York, Mc Graw Hill.
- Soete, L. y G. Dosi, (1983) Technology and Employment in the Electronics Industry, Frances Pinter, Londres.
- Swords-Isherwood, N. y P. Senker, (eds.) (1980), Microelectronics and the Engineering Industry, Frances Pinter (Pub.) Ltd., Londres; Nichols Publishing Company, Nueva York.
- The Technology Scientific Foundation, TSF (1984), "Internal Notes on NCMTs Data", Noordwijk, Holanda (mimeo.)
- (1985), "Statistical Data on NCMTs in USA". Noordwijk, Holanda (hojas mecanografiadas con base en datos de American Machinist).
- Thomas, H. A. (1969), Automation for Management, Gower Press, Londres.
- Watanabe, S. (1985), "Japan: Numerically Controlled Machines in Small Enterprises", en Centre for Science and Technology for Development, Microelectronics-Based Automation Technologies and Development, ATAS Bulletin II, Advance Technology Alert System, Naciones Unidas, Nueva York, mayo