



CEEE

Centro de Estudios Económicos

www.colmex.mx

El Colegio de México, A.C.

Serie documentos de trabajo

**AUTOMATIZACION ASISTIDA POR COMPUTADORA Y
DESARROLLO INDUSTRIAL EN MEXICO**

**El uso de las maquinas-herramienta de
control numérico computarizado**

Alfonso Mercado

DOCUMENTO DE TRABAJO

Núm. VI - 1987

AUTOMATIZACION ASISTIDA POR COMPUTADORA Y DESARROLLO
INDUSTRIAL EN MEXICO. El uso de las máquinas -herramienta de
control numérico computarizado.

por

Alfonso Mercado
Profesor-Investigador
Centro de Estudios Económicos
El Colegio de México

Introducción

El presente estudio se enmarca en la problemática económica de la industria mexicana. Después de que la industria observó un notable crecimiento en los años setenta, entró a un ciclo recesivo en 1981-1985, agudizado por grandes limitaciones financieras para la inversión. La contracción del mercado interno y la escasez de divisas para los requerimientos de importación obligaron a las empresas manufactureras a incrementar sus exportaciones. Esto se ha logrado con cierto éxito y puede ser la base para la reactivación del sector. En efecto, mientras que la exportación de petróleo y gas natural, la cual representaba 3/4 de la exportación total en 1982, bajó de 16.1 miles de millones de dólares EUA a 13.3 miles de millones de dólares EUA, de 1982 a 1985, la exportación manufacturera se duplicó de 3.4 miles de millones de dólares EUA a 6.7 miles de millones de dólares EUA. Con ello, pese a la reducción de la venta de petróleo y gas natural, el valor de la exportación total se mantuvo en ese período en 21 miles de millones de dólares aproximadamente. La participación de la industria manufacturera en las exportaciones creció de 15.9% a 30.7% en el lapso referido.^{1/}

Con su recuperación e inserción en el mercado internacional, la industria manufacturera podría contribuir signifi-

^{1/} Datos de Banco Nacional de Comercio Exterior, (1984 y 1986)

cativamente a la reactivación general de la economía nacional. Pero esta perspectiva tiene sus límites, como por ejemplo el de una baja actividad innovadora de procesos productivos a nivel nacional en áreas tradicionalmente intensivas en mano de obra y donde recientemente la irrupción de la microelectrónica ha hecho posible la automatización, con base en la cual los países industrializados tienden a ser competitivos y reducir nuestra ventaja comparativa.

Esta 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, 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).^{2/}

^{2/} Kaplinsky, R. (1984) Bessant, J. (1983) y Poon, G.K. (1984 y 1985).

Aquí se considera como industria metalmecánica la integrada por los siguientes grupos de manufactura del Catálogo Mexicano de Actividades Económicas. El 35, referido a los productos metálicos, excepto maquinaria y equipo; el 36, concerniente a la maquinaria, equipos y sus partes, excepto los eléctricos; el 37, la maquinaria, equipo, aparatos, accesorios y artículos eléctricos y electrónicos y sus partes; y el 38, equipo de transporte (incluyendo automóviles) y sus partes.

A continuación, se determina el grado de difusión de MHCNC en México, se analizan sus efectos, se expone la política pública sobre la automatización, se estudian las experiencias de fabricación nacional de MHCN y se examina la política gubernamental sobre la producción de bienes de capital automáticos que incorporan la microelectrónica. Los efectos del uso de MHCNC se distinguen en dos categorías: Directos e 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 metalmecánicas mexicanas -considerando la difusión internacional de MHCNC.

La evidencia en que se sustenta este documento se recopiló en el marco de un proyecto de investigación sobre tecnología microelectrónica, realizado en El Colegio de México de 1982 a 1985^{3/}, en coordinación con la TSF de Holanda.^{4/}

^{3/} Véase el informe de investigación de Mercado, A. (1986).

^{4/} Véase la propuesta global Boon, G.K. (1980) y el informe de Boon, G.K. (1986).

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^{5/} y 102,000 en 1983^{6/}; Alemania Federal tenía 25,000 en 1980^{7/} y el Reino Unido 10,000 en 1976^{8/}. Brasil tenía como 1100 MHCN en 1985^{9/}, Corea del Sur 1000 en 1980^{10/} y estimamos que México tenía 866 en 1983. Esta cifra es insignificante comparada con la de los países desarrollados. Tan sólo Japón adquirió 8,300 MHCN en un año (1979)^{11/}.

En uno de sus estudios, Jacobsson^{12/} encontró que la mayoría de MHCN son de corte 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. En el mismo período, el país adquirió 624 MHCN—de acuerdo a nuestras estimaciones—lo cual representa el 1 % de MH de corte de viruta importadas.

^{5/} The Technology Scientific Foundation (1985).

^{6/} Jacobsson, S. (1985)

^{7/} Jacobsson, S. (1982)

^{8/} Ibid.

^{9/} Machline, C., O. Udry y H. Rättner (1985)

^{10/} Jacobsson, S. (1982)

^{11/} Ibid.

^{12/} Ibid.

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^{13/}. 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 éstas, 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 sólo 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.

13/ 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 ^{a/} | (3) Intensidad de uso de tornos CNC (1/2) |
|----------------------|--|---|---|
| México (1983) | 130 ^{b/} | 6.04 | 22 |
| Argentina (1981) | 63 ^{c/} | 2.44 | 26 |
| Brasil (1980) | 85 ^{c/} | 12.53 | 7 |
| Corea del Sur (1982) | 222 ^{c/} | 2.30 | 97 |

^{a/} Banco Mundial (1985) (1984) (1983). Cifras en miles de millones de dólares EUA a precios de 1975.

^{b/} Estimación

^{c/} 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^{14/}. 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.

14/ 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 las convencionales parecieron estar determinadas por cambios en factores macroeconómicos.

El mercado Mexicano de MHCNC pasó rápidamente 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, las cuales tenían 183 unidades (52% del parque estimado)

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 ^{a/} | PIB real metalmecánico ^{b/} |
|-----------|--|---|
| 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 éste 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 de costos financieros ni de divisas para elegir MHCNC, cuando la moneda Mexicana estaba sobrevaluada. Asimismo, el clima de crecimiento industrial aumentó la confianza en la inversión local. 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^{a/}
(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 ^{a/} | 8 |
| -Muy flexible ^{b/} | 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 éstas 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 |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| <u>A. Económicos</u> | | | |
| ahorro del costo de trabajo | 75 | 20 | 57 |
| bajo empleo obreros calificados | 75 | 20 | 57 |
| baja ocupación total | 75 | 40 | 29 |
| <u>B. Técnicos</u> | | | |
| 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 ^{a)} | 100 ^{b)} | 100 ^{c)} |

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 multinacionales y nacionales con experiencia, contando con el respaldo suficiente para usar este tipo de maquinaria.

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.^{15/} 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.^{16/} Por lo que se refiere al mercado al que se orientan las plantas, los datos indican un gran sesgo hacia el

^{15/} 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.

^{16/} 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.^{17/} 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 más exportador fué el de motores, refacciones y accesorios para vehículos automóviles, con una tasa de 15%.

3. Efectos directos del uso de MHCNC en México.

Ahora exploremos cómo 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.

^{17/} Datos de INEGI (1984a) y DGE (1982).

En estos casos, el uso de MICNC 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 1. 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 Volumen de Producción y
Productividad Laboral de la Principal
Planta Usuaria de MHCNC, 1976-1982
(1976 = 100)

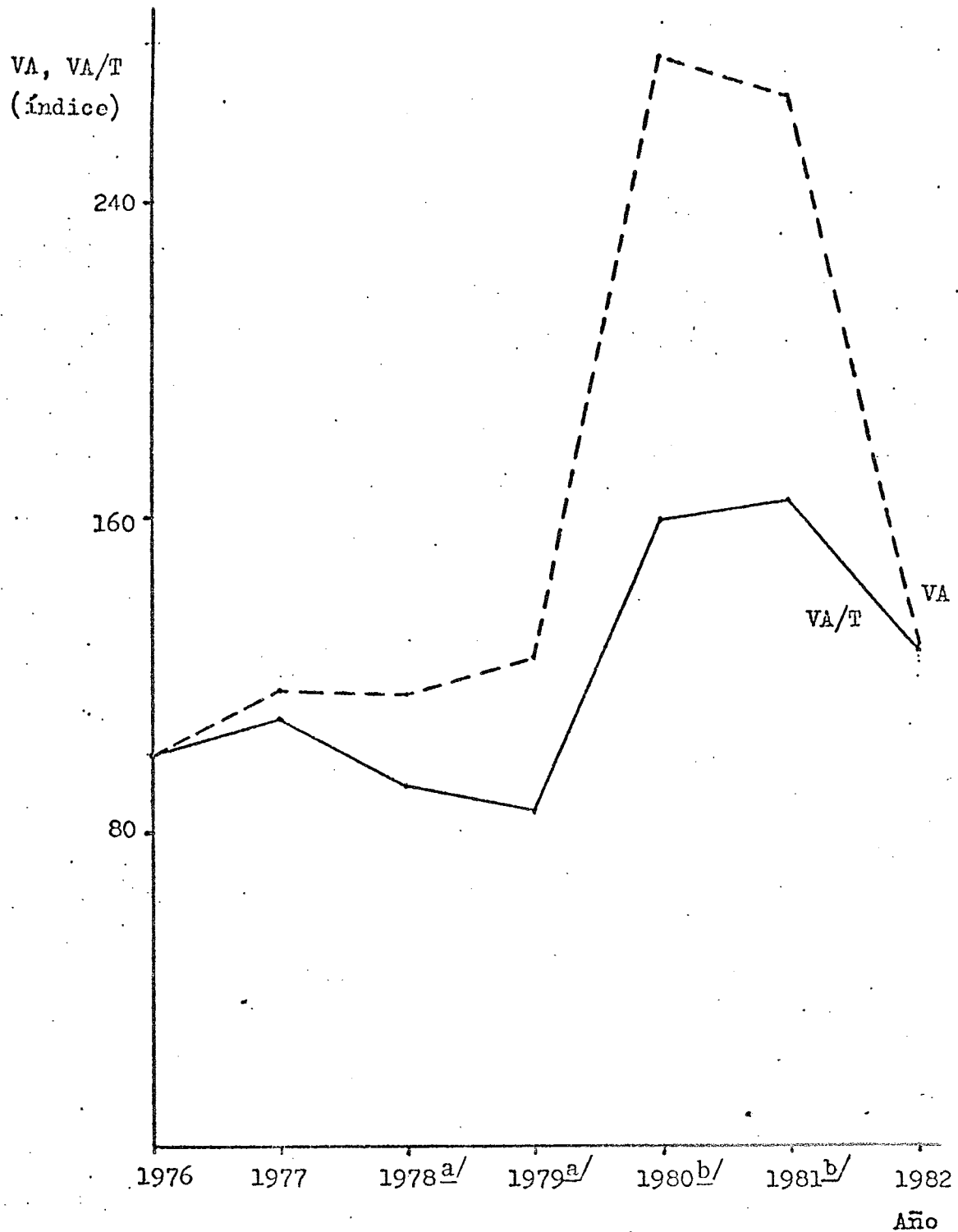
| Año | Valor agregado a precios constantes (VA) a) | Valor agregado real por hora - obrero (VA/O) |
|---------|---|---|
| 1976 | 100 | 100 |
| 1977 | 115 | 109 |
| 1978 b) | 114 | 93 |
| 1979 b) | 127 | 86 |
| 1980 c) | 275 | 159 |
| 1981 c) | 265 | 164 |
| 1982 | 147 | 146 |

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 1. 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 ^{a/} | 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 ^{b/} |
| S2 | Autopartes | 0.4 | 80 |
| S3 | Motores para vehículos | 0 | 22 ^{b/} |
| S4 | Motores para vehículos | 0 | 8 ^{b/} |
| S5 | Motores para vehículos | 0 | 6 ^{b/} |

^{a/} F significa planta con un proceso de maquinado flexible y S, planta con proceso semiflexible (más continuo o en línea).

^{b/} 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 (véase 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 propensiones 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 que da 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 acentuaron 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 maquinar piezas que anteriormente subcontractaban 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.

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 se interpretan en el sentido de 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 participacion 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.^{18/} 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.

^{18/} A excepción de los años recientes (es decir, de 1983 a 1986), las exportaciones de manufacturas mexicanas han tenido un pobre desempeño durante los años setenta y principios de los ochenta, en términos del volúmen de ventas de las empresas exportadoras y con respecto al monto de las importaciones. El mercado interno ha sido la fuente principal de expansión de la demanda de estos productos. Véase Unger, K. (1985), cap. 6.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en una colaboración entre la Technology Scientific Foundation de Holanda y El Colegio de México. Agradezco a Gerard K. Boon y Víctor L. Urquidí, su apoyo y sus comentarios sustantivos. Se presentaron versiones preliminares en el seminario "Revolución Tecnológica y Empleo", organizado por la STPS, la SECOFI, el CONACYT, la OIT y el PNUD en la ciudad de México, en noviembre 1984; en el Seminario Continuo de Desarrollo Tecnológico del Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM, en marzo de 1986; y en el Seminario ITAM-COLMEX en El Colegio de México en abril de 1986. Los comentarios recibidos en tales ocasiones fueron de utilidad. Asimismo, aprecio las sugerencias que formuló Kurt Unger sobre un borrador anterior. La asistencia de Jesús Aristy y José Meneses en la investigación de campo fué muy útil. También agradezco la cooperación de un número de empresas y dependencias públicas.

Anexo 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

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

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

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

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

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

C U A D R O A.1

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

| AÑO | $v^a/$ | $R^b/$ | $R(1-v)+v$ | $Ki^c/$ (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 ^{d/} |

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 de Mercado, A. (1985)

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 ^{a/} | Todo tipo de MH ^{b/} | 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

México: Incorporación anual estimada de MHCN y MHCNC por clase de máquina, 1977-1983.
(número de unidades)

| AÑO | TOTAL DE MHCN ^{a/} | MHCNC "flexibles" ^{b/} | MHCN fijas (incluyen MHCNC fijas) (2) - (3) | MHCNC "fijas" ^{c/} 0.5 x (4) | TOTAL de MHCNC (3) + (5) |
|---------|--------------------------------|------------------------------------|--|---|--------------------------------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| 1977 | 34 | 6 | 28 | 14 | 20 |
| 1978 | 79 | 2 | 77 | 38 | 40 |
| 1979 | 59 | 48 | 11 | 5 | 53 |
| 1980 | 184 | 63 | 121 | 60 | 123 |
| 1981 | 186 | 130 | 56 | 28 | 158 |
| 1982 | 130 | 95 | 35 | 17 | 112 |
| 1983 | 65 | 6 | 59 | 30 | 36 |
| 1977-83 | 866 | 350 | 387 | 193 | 543 |

a/ Véase el cuadro A.1

b/ Tomado del cuadro 2

c/ Se supone que de 1977 a 1983, una proporción de 50% de las MHCN fijas eran MHCNC con microprocesador de característica fija o de baja flexibilidad.

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: Mercado, A. (1986)

C U A D R O A.5

Uso de Piezas Maquinadas en Algunas Ramas Metalmeccánicas
Selectas, 1983

| Clase Industrial | Distribución del valor de maquinados utilizados | Valor de ma- quinados con respecto a la compra total de insumos | Valor unitario de los maquinados insumidos |
|---|--|---|--|
| | % | % | (mil pesos/unid.) |
| 3541. Productos de hojalata | 0.2 | 1.4 | 0.002 ^{a)} |
| 3542. Art. troquelados y esmaltados | 0.9 | 8.6 | - |
| *3611. Máq. e implem. agrícolas | 5.2 | 83.3 | 128.8 ^{b)} |
| *3641. Máq. para oficina y contabilidad | 2.7 | 74.9 | { 3.3 ^{a)} 6.5 ^{b)} |
| 3721. Tocabdiscos y recep. de radio y t.v. | 0.2 | 2.5 | 1.5 ^{a)} |
| 3723. Otros eq. y ap. elec- trónicos | 0.1 | 2.8 | - |
| 3731. Ap. eléctricos y sus partes | 5.5 | 27.5 | 0.7 ^{a)} |
| 3741. Acumuladores, baterías y pilas | 0.1 | 1.7 | 0.001 ^{a)} |
| *3821. Eq. ferroviario | 3.6 | 45.3 | 887.6 ^{b)} |
| *3831. Veh. automóviles | 81.5 | 62.8 | 46.9 ^{a)} 36.5 ^{b)} |
| <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: INEGI (1984b).

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 | Automóviles | Eq. y mat. de transporte | Total (2+3+4+5) |
|--------|-------------------------|-----------------------|-------------|--------------------------|-----------------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| 1966a/ | 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 |
| 1970b/ | 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 | 11 834 | 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 |
| 1980c/ | 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 |
| 1983d/ | 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, Geografía e Informática (1984a).

d/ Estimado, con base en el crecimiento del PIB real de cada rama de 1982 a 1983. Véase el cuadro A.8 .

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 automóbiles" 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 Automóbiles | 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.

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.

Banco Mundial (1980, 1981, 1983, 1984, 1985), World Development Report, Oxford University Press, N. York.

Banco Nacional de Comercio Exterior, (1984 y 1986), "Suplemento estadístico", México, D.F.

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).

(1984), Flexible Automation: A comparison of Dutch and Swedish Firms Particularly as to CNC Machine Penetrations, The Technology Scientific Foundation, Documento de Trabajo TSF 84-2, Noordwijk ZH, Holanda

(1985), Computer Based Techniques: A Technology Assessment in a North-South Perspective, Working Paper TSF 85-1, The Technology Scientific Foundation, Noordwijk ZH, Holanda

(1986), Computer Based Techniques: Diffusion, Impact, Trade and Policy in a Global Perspective (Summary Report), Working Paper TSF 86-1, The Technology Scientific Foundation, Noordwijk, Holanda

Chudnovsky, D.M. Nagao y S. Jacobsson (1983), Capital Goods Production in the Third World, St. Martin's Press, N. York.

Dirección General de Estadística (1980-1984), Anuarios estadísticos del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos, México, D.F.

(1981), Sistema de Cuentas Nacionales de México, México, D.F.

(1982), Sistema de Cuentas Nacionales de México 1978-1980, Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.

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.

(1984b), Sistema de Cuentas Nacionales de México 1981-1983, Secretaría de Programación y Presupuesto, 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.

(1982), "Electronics and the Technology Gap: The Case of Numerically Controlled Machine Tools", Bulletin, Institute of Development Studies, Sussex.

(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.

Machline, C., O. Udry, y H. Rattner (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", Informe de investigación, El Colegio de México/TSP, México, D.F.

(1986), "Tecnología microelectrónica, automatización y desarrollo económico en el sector metalmeccánico mexicano" (Informe Final de Investigación), CEE y PROCIENTEC, El Colegio de México, México, D.F.

Naciones Unidas (1979, 1981 y 1985), International Trade Statistics Year Book, Vol. II, 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 Machnist).

Unger K. (1985), Competencia monopólica y Tecnología en la Industria mexicana, El Colegio de México, México, D.F.

Watanabe, S. (1985), "Japan: Numerically Controlled Machines in Small Enterprises", en Centre for Science and Technology for Development, Microelectronics-Bases Automation Technologies and Development, Microelectronics-Based Automation Technology Alert System, Naciones Unidas, Nueva York, mayo.

El Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México, ha creado la serie "Documentos de Trabajo" para difundir investigaciones que contribuyen a la discusión de importantes problemas teóricos y empíricos aunque estén en versión preliminar. Con esta publicación se pretende estimular el análisis de las ideas aquí expuestas y la comunicación con sus autores. El contenido de los trabajos es responsabilidad exclusiva de los autores.

Editor: José Luis Alberro

Serie Documentos de Trabajo 1982

- No. I Ize, Alain, "Disequilibrium Theories, Imperfect Competition and Income Distribution:"
- No. II Levy, Santiago, "Un Modelo de Simulación de Precios para la Economía Mexicana"
- No. III Persky, Joseph and Tam, Mo-Yin S., "On the Theory of Optimal Convergence"
- No. IV Kehoe, Timothy J., Serra-Puche, Jaime y Solís, Leopoldo, "A General Equilibrium Model of Domestic Commerce in Mexico"
- No. V "Guerrero, Víctor M., "Medición de los Efectos Inflacionarios Causados por Algunas Decisiones Gubernamentales: Teoría y Aplicaciones de Análisis de Intervención"
- No. VI Gibson, Bill, Lustig, Nora and Taylor, Lance, "Terms of Trade and Class Conflict in a Computable General Equilibrium Model for Mexico"
- No. VII Dávila, Enrique, "The Price System in Cantillon's Feudal Mercantile Model"
- No. VIII Ize, Alain, "A Dynamic Model of Financial Intermediation in a Semi-Industrialized Economy"
- No. IX Seade, Jesús, "On Utilitarianism and Horizontal Equity: When is the Equality of Incomes as such Desirable?"
- No. X Cárdenas, Enrique, "La Industrialización en México Durante la Gran Recesión: Política Pública y Respuesta Privada"

Serie Documentos de Trabajo 1983

- No. I Bhaduri, Amit, "Multimarket Classification of Unemployment"
- No. II Ize, Alain y Salas, Javier, "Price and Output in the Mexican Economy: Empirical Testing of Alternative Hypotheses"
- No. III Alberro, José Luis, "Inventory Valuation, Realization Problems and Aggregate Demand"
- No. IV Sachs, Jeffrey, "Theoretical Issues in International Borrowing"
- No. V Ize, Alain y Ortíz, Guillermo, "Political Risk, Asset Substitution and Exchange Rate Dynamics: The Mexican Financial Crisis of 1982"
- No. VI Lustig, Nora, "Políticas de Consumo Alimentario: Una Comparación de los Efectos en Equilibrio Parcial y Equilibrio General"
- No. VII Seade, Jesús, "Shifting Oligopolistic Equilibria: Profit-Raising Cost Increases and the Effects of Excise Tax"
- No. VIII Jarque, Carlos M., "A Clustering Procedure for the Estimation of Econometric Models with Systematic Parameter Variation"
- No. IX Nadal, Alejandro, "la Construcción del Concepto de Mercancía en la Teoría Económica"
- No. X Cárdenas, Enrique, "Some Issues on Mexico's Nineteenth Century Depression"
- No. XI Nadal, Alejandro, "Dinero y Valor de Uso: La Noción de Riqueza en la Génesis de la Economía Política"
- No. XII Blanco, Herminio y Garber, Peter M., "Recurrent Devaluation and Speculative Attacks on the Mexican Peso"

Serie Documentos de Trabajo 1984

- No. I Alberro, José Luis, "Introduction and Benefit of Technological Change under Oligopoly"
- No. II Serra-Puche, Jaime y Ortíz, Guillermo, "A Note on the Burden of the Mexican Foreign Debt"
- No. III Bhaduri, Amit, "The Indebted Growth Process"
- No. IV Easterly, William, "Devaluation in a Dollarized Economy"
- No. V Unger, Kurt, "Las Empresas Extranjeras en el Comercio Exterior de Manufacturas Modernas en México"
- No. VI De Alba, Enrique y Mendoza, Yolanda, "El Uso de Modelos Log-Lineales para el Análisis del Consumo Residencial de Energía"
- No. VII García Alba, Pascual, "Especificación de un Sistema de Demanda y su Aplicación a México"
- No. VIII Nadal, Alejandro y Salas Páez, Carlos, "La Teoría Económica de la Sociedad Descentralizada", (Equilibrio General y Agentes Individuales).
- No. IX Samaniego Breach, Ricardo, "The Evolution of Total Factor Productivity in the Manufacturing Sector in Mexico, 1963-1981"
- No. X Fernández, Arturo M., "Evasión Fiscal y Respuesta a la Imposición: Teoría y Evidencia para México"
- No. XI Ize, Alain, "Conflicting Income Claims and Keynesian Unemployment"

Serie Documentos de Trabajo 1985

- No. I Bhaduri, Amit, "The Race in Arms: its Mathematical Commonsense".
- No. II Garber, Peter M., and Vittorio U. Grilli, "The Belmont-Morgan Syndicate as an Optimal Investment Banking Contract".
- No. III Ros, Jaime, "Trade, Growth and the Pattern of Specialization".
- No. IV Nadal, Alejandro, "El Sistema de Precios de Producción y la Teoría Clásica del Mercado".
- No. V Alberro, José Luis, "Values and Prices in Joint Production: Discovering Inner-Unproductivities".
- No. VI De Urquijo Hernández, Luis Alfredo, "Las Políticas de Ajuste en el Sector Externo: Análisis de un Modelo Computable de Equilibrio General para la Economía Mexicana".
- No. VII Castañeda Sabido, Alejandro I., "La Proposición de Inefectividad de la Nueva Macroeconomía Clásica: Un Estudio Crítico".
- No. VIII De Alba, Enrique y Ricardo Samaniego, "Estimación de la Demanda de Gasolinas y Diesel y el Impacto de sus Precios sobre los Ingresos del Sector Público".
- No. IX De Alba, Enrique y Yolanda Mendoza, "Disaggregation and Forecasting: A Bayesian Analysis".

Serie Documentos de Trabajo 1986

- No. I Blanco, Herminio, "The Term Structure of the Futures Exchange Rates for a Fixed Exchange Rate System: The Mexican Case".
- No. II Ize, Alain and G. Ortíz, "Fiscal Rigidities, Public Debt and Capital Flight".
- No. III Alberro, José, "La dinámica de los precios relativos en un ambiente inflacionario"
- No. IV Bucay, Nisso, "Wage Rigidity and the Firm Alternative Approaches".
- No. V Alberro, José L, Jorge E. Cambiaso, "Características del ajuste de la economía mexicana"

Serie Documentos de Trabajo 1987

- No. I Alberro, José, Córdoba and Eytan Sheshinsky,
"On Measures of Dispersion of Relative
Prices Under Inflation".
- No. II Alberro, José, Blanco, Herminio and Peter M.
Garber "The Effects of Terminating the
Mexican Two-Tiered Exchange Rate Sys-
tem".
- No. III Fernández, Oscar, Lustig, Nora "Estrategias de
crecimiento, sustitución de importaciones
y balanza de pagos en un modelo de creci-
miento multisectorial".
- No. IV Tornell, Aaron "Insulating Properties of Dual
Exchange Rates: A New-Classical Model".
- No. V Villarreal, Roberto "El Manejo de la Deuda Externa
de México en la Década 1978-1987".
- No. VI Mercado, Alfonso "Automatización asistida por Compu-
tadora y Desarrollo Industrial en México.
El uso de las máquinas-herramienta de con-
trol numérico computarizado".