



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



18683-S

Distr. LIMITADA

ID/WG.508/3(SPEC.)
15 de octubre de 1990

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

ESPAÑOL
Original: INGLES

Reunión Regional de Expertos, para
América Latina, sobre la Industria de
Bienes de Capital, con especial referencia
a las máquinas-herramientas

Santiago (Chile), 8 a 11 de abril de 1991

LAS MAQUINAS-HERRAMIENTAS EN AMERICA LATINA*

Preparado por

Jose Ricardo Tauile**

y

Fabio Stefano Erber***
Consultores de la ONUDI

* Las opiniones que los autores expresan en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. La mención de empresas y de productos comerciales no implica que la ONUDI los respalde. El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

** Instituto de Economía Industrial, Universidad de Río de Janeiro,
22290 Río de Janeiro (Brasil). 6/62

*** Rua Timoteo da Costa 297, Leblon 22450 Río de Janeiro (Brasil).

INDICE

	<u>Página</u>
Abreviaturas	3
Introducción	4
I. Producción de máquinas-herramientas: visión de conjunto ...	5
I.1 La producción de máquinas-herramientas	5
I.2 Organización de la industria de máquinas-herramientas	10
II. Política Industrial	13
III. Evolución tecnológica	18
III.1 Difusión de la automatización flexible	18
III.2 Producción local de equipo de automatización flexible	27
III.3 El empleo de la automatización flexible en la industria de máquinas-herramientas	35
IV. Comercio internacional	43
Referencias	55

ABREVIATURAS

AAFMEA	- Asociación Argentina de Fabricantes de Máquinas-Herramientas y Accesorios
ABIMAQ	- Associação Brasileira da Industria de Máquinas e Equipamentos
BNDES	- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
FEDEMETAL	- Federación Colombiana de Industrias Metalúrgicas
FINAME	- Financiadora de Máquinas e Equipamentos
FINEP	- Financiadora de Estudos e Projetos
MAFINSA	- Nacional Financiera
SEI	- Secretaría Especial de Informática
SENAI	- Serviço Nacional de Aprendizado Industrial
SOBRACON	- Sociedade Brasileira de Comando Numérico

INTRODUCCION

En el presente estudio regional sobre máquinas-herramientas se analizan las condiciones de su producción, empleo y comercio en América Latina, con especial referencia al equipo de automatización flexible.

El estudio consta de cuatro secciones. La primera de ellas ofrece una visión de conjunto de la producción de máquinas-herramientas y de la organización de la industria en determinados países de América Latina. La segunda sección muestra las principales características de la política industrial adoptada para la industria de la región. La tercera sección, que trata de la evolución tecnológica de la industria, se centra, en primer lugar, en la difusión de la automatización flexible en la industria manufacturera; en segundo lugar, en la producción de equipo de automatización flexible en América Latina; y, en tercer lugar, en los efectos derivados del empleo de la automatización flexible, y de nuevas formas de organización conexas, en la propia producción de máquinas-herramientas. En la última sección se examinan las principales cuestiones de la industria en materia de comercio internacional.

Este informe se basa en recientes estudios de casos nacionales y regionales, algunos de los cuales fueron preparados especialmente para la ONUDI.

Los autores agradecen la colaboración de Edson Peterli Gimarães en la cuarta sección del informe. No obstante, cualesquiera errores u omisiones en que se pueda haber incurrido serán únicamente de la responsabilidad de ellos.

I. PRODUCCION DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS: VISION DE CONJUNTO

I.1 - La producción de máquinas-herramientas

La contribución de América Latina a la producción mundial de máquinas-herramientas es de carácter marginal: menos del 2% del valor de la producción de esta industria a los niveles mundiales de 1988. Esta contribución es considerablemente inferior a la que hace a la industria mundial la industria manufacturera latinoamericana.

Dentro de la región, la fabricación de máquinas-herramientas se concentra en el Brasil, que, en 1988, produjo -en términos de valor de la producción- 10 veces más que la Argentina, el segundo fabricante en importancia. Según las estimaciones de la Asociación de Fabricantes de Máquinas-Herramientas del Brasil (ABIMAQ), en 1988 se fabricaron aproximadamente 34.000 unidades, por un valor de 536 millones de dólares de los EE.UU. Sin embargo, la Asociación Argentina de Fabricantes de Máquinas-Herramientas ha calculado esa producción en 2.700 unidades, por un valor de 42 millones de dólares, mientras que el "American Machinist" calculó el valor de la misma en 38 millones de dólares. Por lo que se refiere a México, el tercer fabricante en importancia de la región, los datos facilitados por Humbert señalan una producción de alrededor de 1.000 unidades anuales y un valor estimado por el "American Machinist" en unos 18 millones de dólares (véase cuadro 1).

Cuadro 1

Producción, exportación e importación de máquinas-herramientas
en algunos países de América Latina, 1988
(En millones de dólares EE.UU. y en miles de unidades)

País	Producción		Exportaciones Valor	Importaciones Valor	Imp/Cons %	Exp/Prod %
	Valor	Unidades				
Brasil	536	34,5	40,0	163,8	24,8	7,5
Argentina	49	5,6	32,6	44,6	73,1	67,0
México	18	1	2,5	240,0	93,9	13,9
Perú	0,8	0,17	0,03	11,2	93,3	3,3

Fuentes: Brasil - ABiMAQ (1989).
Argentina - Chudnovsky (1990).
México - Valores: American Machinist, en Chudnovsky (1990):
Unidades producidas: Humbert (1989).
Perú - González Roda (1990).

Pueden observarse diferencias análogas en cuanto al número de trabajadores. En 1987, la industria de máquinas-herramientas del Brasil contaba con aproximadamente 20.000 trabajadores, mientras que la industria argentina daba empleo a menos de 2.000, y la mexicana a unas 300 personas (datos obtenidos de ABIMAQ 1989, Chudnovski 1990 y Humbert 1989, respectivamente).

En los restantes países latinoamericanos, la producción de máquinas-herramientas es aún más limitada. Por ejemplo, en el periodo 1985-1988, en el Perú sólo se produjeron 418 unidades. El último año de ese periodo, el valor de la producción fue de alrededor de 830.000 dólares. Esa producción consistió principalmente en el montaje de equipo importado, y no en la fabricación propiamente dicha, ascendiendo a unos 300 el número de trabajadores empleados (González Roda, 1990). En Colombia, en 1982, había aproximadamente 15 fabricantes de máquinas-herramientas, la mitad de los cuales fabricaban máquinas-herramientas en unión de otros bienes de capital, ascendiendo a unos 500 el número de trabajadores empleados (Chudnovsky, 1990). En Bolivia, en 1986, la producción de maquinaria no eléctrica apenas representó un valor de 6 millones de dólares, no existiendo en este país, como actividad empresarial específica, la producción de máquinas-herramientas (González Roda, 1990).

La diferencia entre la industria brasileña de máquinas-herramientas y sus homólogas de otros países latinoamericanos es mucho mayor que las diferencias observadas entre sus respectivos productos industriales, y refleja la estrategia de industrialización brasileña consistente en conceder una prioridad relativamente mayor a la fabricación local de bienes de capital.

La industria de máquinas-herramientas de la región ha experimentado reducciones importantes durante el pasado decenio. En términos de unidades fabricadas, en el Brasil se produjeron en 1979 más de 70.000 máquinas, es decir, una cifra superior al doble de la producción actual. En la Argentina, donde la reducción del número de unidades fabricadas se remonta a mediados del decenio de 1970, en 1973 el número de máquinas producidas cuadruplicó al de 1988. No se dispone de estimaciones relativas al número de unidades fabricadas en México, pero el valor de la pequeña producción de 1981 supera en un tercio al de la producción correspondiente a 1988 (Humbert, 1989).

En cuanto al tipo de equipo producido, el cuadro 2 *infra* muestra que, en el Brasil, el porcentaje correspondiente a las máquinas de cortar metales es el mismo que el promedio mundial (77% del valor de la producción). En la producción mexicana se concede mayor importancia a esta clase de equipo, que representa el 83% de las máquinas fabricadas en el país (Humbert, 1989). En la Argentina, por otro lado, la proporción de máquinas de cortar metales no alcanza los niveles medios mundiales, pues sólo representó el 71% en 1988.

La introducción de la microelectrónica en la industria de las máquinas-herramientas ha determinado una auténtica revolución tecnológica. En el decenio de 1970, empezó a difundirse considerablemente el control numérico, y en el Japón, en 1988, las máquinas-herramientas de control numérico (MHCN) representaron más del 70% del valor de la producción de toda la industria de máquinas-herramientas. En otros países adelantados, si bien el porcentaje correspondiente a las MHCN era algo menor, representaba en cambio un valor superior al 50% del valor de la producción (Chaponnière, 1990).

Cuadro 2

Producción de máquinas-herramientas en América Latina

(Por tipos de máquinas (de cortar metales/de conformación de metales), unidades, valor y porcentaje de la producción total)

País	Año	De cortar metales				De conformación de metales			
		U	%	V	%	U	%	V	%
Brasil	1988	30 717	89	414	77	3 737	11	122	23
Argentina	1987	n.d.*	n.d.	27	71	n.d.	n.d.	11	29
México	1986	n.d.	n.d.	15	83	n.d.	n.d.	3	17
Perú	1988	212	51	389	47	206	49	430	52
Mundo	1987	n.d.	n.d.	29 009	77	n.d.	n.d.	9 038	23

* n.d. = No se dispone de datos.

Fuentes: Brasil - ABIMAQ (1989).
 México - Humbert (1989).
 Argentina - Chudnovsky (1990).
 Perú - González Roda (1990).
 Mundo - American Machinist, en Chudnovsky (1990).

En América Latina, la producción de MHCN se concentra en el Brasil, con una producción de alrededor de 1.000 unidades anuales, es decir, aproximadamente 10 veces superior a la de la Argentina, el otro fabricante importante de la región. En México, sólo se fabricaron cinco MHCN en un período de dos años, mientras que los países restantes no parece que fabriquen esta clase de equipo. En la región, la producción de MHCN se compone principalmente de máquinas de cortar metales, especialmente tornos, y, en menor medida, de centros de mecanizado y de fresadoras.

En el Brasil, la participación de las MHCN en el valor de la producción de la industria, que ascendió al 38% en el período 1986-1988 y al 42% el año pasado, se está acercando a los valores observados en los países adelantados. Sin embargo, tales resultados pueden estar fuertemente influidos por el bajo nivel medio de la complejidad de la producción de máquinas-herramientas y por el elevado precio de las MHCN brasileñas. En realidad, en términos de unidades producidas, las MHCN representaron alrededor del 3% de la producción total de máquinas-herramientas en el período 1986-1988, como puede verse en el cuadro 3.

En la Argentina, las MHCN representaron la cuarta parte del valor de la producción total de máquinas-herramientas en el período 1986-1988, así como el 1,5% del número de unidades producidas en dicho período (véase cuadro 3). No obstante, el aumento registrado desde 1986 es notable.

Quadro 3

**Producción total de máquinas-herramientas, con y sin control numérico,
en el Brasil y la Argentina, 1986-1988**
(En unidades y en valor (millones de dólares EE.UU.))

Año	Número de unidades			Valor		
	Sin CN	Con CN	%	Sin CN	Con CN	%
Brasil						
1986	28 701	833	2,9	552	187	33,9
1987	29 871	1 018	3,4	523	197	37,7
1988	34 454	742	2,1	536	223	41,6
1986/1988	87 527	2 593	2,9	1 611	697	37,7
Argentina						
1986	4 410	34	0,7	33,0	3,3	10,0
1987	5 360	100	1,9	39,9	10,2	27,3
1988	5 639	96	1,7	48,6	11,9	24,5
1986/1988	15 409	230	1,5	121,5	25,4	20,9

Fuentes: Brasil - Total de máquinas-herramientas según ABIMAQ.
MHCN: SOBRACON.
Argentina - Chudnovsky, 1990.

Las unidades de control numérico por computadora (CNC) utilizadas en el Brasil se fabrican localmente, mientras que en la Argentina se importan. Con objeto de entrar en el mercado brasileño en las condiciones del Acuerdo de Integración suscrito entre ambos países, las empresas argentinas cuentan a menudo con unidades brasileñas de CNC, pese a su elevado costo (véase *infra*).

La gran diferencia existente entre los niveles de producción de máquinas-herramientas del Brasil y de otros países de la región es resultado de la estrategia seguida por el Brasil en orden a promover la sustitución de importaciones. Este proceso era tan intensivo, que, en ese país, a mediados del decenio de 1980, sólo alrededor del 10% del consumo aparente de máquinas-herramientas dependía de las importaciones. Aunque las importaciones de máquinas-herramientas se cuadruplicaron en términos de valor entre 1985 y 1988, su participación en el consumo aparente ese último año fue de un 25%, es decir, un nivel considerablemente inferior a la media mundial, que asciende al 41% (véase cuadro 1).

Las citadas estimaciones de la participación de las importaciones en el consumo aparente en el Brasil se basan en datos obtenidos de ABIMAQ y CACEX (ABIMAQ, 1989). Chudnovsky (1990), utilizando información del "American Machinist", estima en sólo un 8,8% la participación de las importaciones en el consumo aparente. Esto se debe a que dicha publicación ha estimado el valor de las importaciones de máquinas-herramientas en solamente 40 millones de

dólares, es decir, en menos de la cuarta parte del valor indicado por CACEX (163 millones de dólares). Las cifras correspondientes a "Mundo" se refieren a los 36 principales productores indicados por "The American Machinist".

En contraste con el alto grado de autoabastecimiento de máquinas-herramientas observado en la economía brasileña, el consumo aparente de máquinas-herramientas en la Argentina y en México depende en forma considerable de las importaciones, que alcanzan niveles del 74% y del 94%, respectivamente. En el Perú, esa cifra también alcanza el 94% (González Roda, 1990), (véase cuadro 1).

En la mayoría de los países latinoamericanos, la producción de máquinas-herramientas se orienta fundamentalmente al mercado nacional. En el Brasil, aunque el valor de las exportaciones pasó de 28 a 40 millones de dólares entre 1985 y 1988, sólo representaba el 7,5% del valor de la producción total. En cuanto a México, esa cifra alcanzó el 14% en 1988, mientras que en el Perú sólo fue equivalente al 3,3%. La gran excepción es la Argentina, cuyas exportaciones en 1988 representaron alrededor del 67% de su producción, lo que supuso un porcentaje mucho más alto que el promedio internacional (un 45% según Chudnovski, 1990; véase cuadro 1). Como se indica con mayor detalle en la Sección IV *infra*, tales exportaciones se refieren principalmente al comercio intrarregional.

Los datos expuestos reflejan la insuficiencia del desarrollo de la industria de máquinas-herramientas de América Latina, con excepción del Brasil. Esa insuficiencia, que ha sido señalada por muchos autores (por ejemplo, Fajnzylber en 1983) como una de las características del modelo de industrialización de la región, se ha visto acentuada sensiblemente en el último decenio por un doble orden de factores.

En primer lugar, a nivel nacional, esa acentuación se debió a la crisis económica, que condujo a una marcada disminución de la tasa de inversiones, y a políticas de ajuste extranjeras que se caracterizaron por la liberalización de las importaciones, en un proceso de causación acumulativa. Por tanto, no sólo ha habido una disminución de la demanda de máquinas-herramientas, sino que cuando tal demanda realmente existía era posible atenderla mediante las importaciones. Un caso concreto, con respecto a este proceso, ha sido el de la Argentina.

Habiéndose producido simultáneamente en toda la región, la crisis económica afectó a los fabricantes de máquinas-herramientas de América Latina no solamente en sus mercados nacionales, sino también en términos de sus principales mercados de exportación, produciendo con ello efectos sinérgicos negativos.

En segundo lugar, la industria de máquinas-herramientas ha experimentado, a nivel internacional, una auténtica revolución tecnológica determinada por la aplicación de la microelectrónica. En América Latina, el cambio tecnológico se está aplazando a causa de una retracción general del mercado regional, que desalienta las inversiones en nuevas tecnologías, y de la falta, en la región, de un complejo de electrónica y de un sistema científico y tecnológico lo suficientemente próximos a los fabricantes de máquinas-herramientas como para poderles proporcionar los medios necesarios para el cambio de su base tecnológica. Por tanto, a la insuficiencia de la capacidad de producción se añadió el aumento de la distancia tecnológica que separa a la industria de máquinas-herramientas de América Latina de la frontera internacional.

La situación del Brasil constituye una excepción en el panorama observado. En este país, al que, como se ha visto, corresponde probablemente más del 80% de la industria de máquinas-herramientas de América Latina, el proceso de sustitución de importaciones comprendió, en la segunda mitad del decenio de 1970, esa y otras ramas de la industria de bienes de capital, con miras a superar las limitaciones inherentes a este tipo de industrialización.

El proceso de sustitución de importaciones se ha hecho extensivo al suministro de piezas y componentes, por lo común en forma de una integración regresiva de los fabricantes de máquinas-herramientas. Como consecuencia de ello, la industria de máquinas-herramientas del Brasil viene adoleciendo de un deficiente desarrollo de la red de proveedores especializados independientes, (característica de los países adelantados) y de la falta de prácticas de subcontratación entre los fabricantes (Chaponnière, 1990).

El nivel de integración alcanzado por la industria de máquinas-herramientas brasileña tiene la ventaja obvia de crear una capacidad de producción local protegida contra las restricciones de las monedas fuertes, en consonancia con uno de los objetivos de la política de sustitución de importaciones. Sin embargo, la forma adoptada por la aplicación de esa política tiene el inconveniente de que reduce las economías de escala estáticas y dinámicas, así como los efectos sinérgicos y de aprendizaje característicos de los sistemas industriales dotados de una mayor especialización y de una mejor división del trabajo.

En el Brasil, en el decenio de 1980, el ajuste macroeconómico y la caída de la tasa de inversiones fueron, pese a su carácter recesivo, menos graves que en el resto de la región. Por tanto, aunque afectada por la crisis, la industria de máquinas-herramientas brasileña consiguió mantener el nivel de actividad necesario para su supervivencia.

Al mismo tiempo, el Gobierno del Brasil trató de hacer frente al desafío que suponía la revolución tecnológica de la industria de máquinas-herramientas creando, mediante la reserva del mercado, las condiciones necesarias para que en el país pudieran diseñarse y fabricarse dispositivos de control microelectrónico. Esa política ha tenido resultados controversiales: por un lado, favoreció el establecimiento de un importante segmento del complejo de electrónica con estrechas relaciones con la industria de máquinas-herramientas, pero, por otra, hizo que los productos de esta última se encarecieran sensiblemente, limitando con ello su difusión en el mercado nacional y su competencia en el internacional.

En otras palabras: mientras que en la mayoría de los países latinoamericanos la industria de máquinas-herramientas se encuentra prácticamente en una fase de creación, o de reconstrucción (como en la Argentina), en el Brasil está pasando por un período de madurez y al mismo tiempo por una crisis de ajuste a las nuevas bases tecnológicas.

1.2 - Organización de la industria de máquinas-herramientas

En el Brasil, cabe distinguir tres grupos principales de productores de máquinas-herramientas, según el tipo de equipo fabricado y el origen de la propiedad de las empresas. El primer grupo lo integran aproximadamente una docena de filiales extranjeras de mediana o gran dimensión, en su mayor parte

de origen germánico, que fueron atraídas al Brasil por su mercado nacional, especialmente por el de la industria automotriz. Aunque su establecimiento en el país significó estar presente en el mercado latinoamericano en general, sus exportaciones a este último han sido relativamente poco numerosas. Tales empresas fabrican líneas de transferencia, máquinas-herramientas especiales, prensas de gran rendimiento, centros de mecanizado, brochas y tornos de control numérico.

Estas empresas utilizan tecnologías de diseño y fabricación proporcionada por su casa matriz, pero recientemente se vieron obligadas a aumentar su capacidad técnica local con objeto de ajustar sus productos a la oferta doméstica de componentes electrónicos, en particular unidades de control numérico por computadora. Una de esas empresas tiene un contrato de OEM (Fabricante del equipo original) en exclusiva con uno de los fabricantes locales de unidades de control numérico (CN). Sus principales mercados son la industria automotriz (tanto ensambladores como productores de piezas para automóviles), la industria aeronáutica y el resto de la industria de máquinas-herramientas.

El segundo grupo lo integran las principales empresas de propiedad brasileña, y también está constituido aproximadamente por diez empresas grandes y medianas. En realidad, este es el grupo en que se encuentra la principal empresa brasileña del sector: una importante entidad, con arreglo a los criterios internacionales, cuya producción supera las 3.000 unidades anuales, cuyas ventas rebasan los 40 millones de dólares y que da empleo a más de 2.000 trabajadores. Sin embargo, a diferencia del primer grupo, la mayoría de las empresas nacionales importantes se han concentrado en la producción de máquinas-herramientas convencionales y hasta hace poco no han empezado a fabricar máquinas de CN. Merece la pena señalar que la principal de estas empresas produce unidades de CN para su propio uso.

Las empresas que integran este grupo siguen estrategias tecnológicas que combinan la utilización de su capacidad interna de diseño y producción con el empleo de tecnología extranjera importada en virtud de acuerdos de licencia, sobre todo en relación con la ingeniería de diseño de máquinas más complejas. Aunque su capacidad tecnológica interna se desarrolló originariamente a base de copiar y de adaptar actividades, actualmente muestran una tendencia a la sistematización de sus actividades de investigación y desarrollo mediante departamentos especializados. Destacan entre ellas la ya citada principal empresa del sector, que cuenta con un centro especializado de investigación y desarrollo y de capacitación, y que invierte alrededor del 5% de los ingresos en esas actividades, es decir, un porcentaje elevado incluso con arreglo a los criterios internacionales.

Por último, existe un tercer grupo formado por unas 80 pequeñas y medianas empresas nacionales que proporcionan empleo a menos de 500 trabajadores cada una y que fabrican máquinas universales convencionales. Con toda probabilidad, estas empresas han sido las más afectadas por la crisis reciente en cuanto a venta y capacidad tecnológica, y están teniendo serias dificultades para actualizarse e introducir, en sus procesos de producción, incluso el empleo de MECN.

En 1985, los dos primeros grupos de empresas representaron alrededor del 44% del valor de la producción total de la industria. La concentración resulta proporcionalmente mayor si se tiene en cuenta solamente a los cinco

fabricantes importantes (tres de los cuales son filiales de empresas alemanas), dado que contribuyen con la tercera parte al valor de la producción industrial (Erber, 1989).

En la Argentina, Chudnovski y Groisman (1987) identificaron cuatro grupos de empresas principales desde el punto de vista de sus ventas y de su nivel tecnológico. El primer grupo comprende tres empresas que vienen produciendo normalmente máquinas-herramientas de control numérico (MHCN), como tornos, fresadoras y centros de mecanizado. Esas empresas funcionan a base de tecnología importada con licencia y con componentes electrónicos también importados, pero asimismo poseen una gran capacidad interna de diseño basada en la experiencia. Una de tales empresas tiene en el Brasil una filial que fabrica máquinas especiales y que actúa como oficina de venta de sus MHCN.

Un segundo grupo está constituido por tres empresas que fabrican máquinas conformadoras, especialmente prensas, y por dos que producen tornos, una de las cuales fabrica máquinas especiales. Estas dos últimas empresas vienen fabricando tornos de CN con carácter irregular. El tercer grupo lo componen unas 30 empresas, en particular de pequeña dimensión, todas las cuales han sido considerablemente afectadas por la crisis en cuanto a producción y capacidad tecnológica. Existe, por último, un grupo integrado por varias empresas pequeñas que funcionan principalmente como subcontratistas para la realización de trabajos relativamente sencillos o para talleres de reparaciones, y que cuentan con maquinaria y con una capacidad tecnológica muy limitadas.

Los mismos autores comunican que, según los datos censales correspondientes a 1984, las cuatro empresas principales representaron la tercera parte del valor de la producción de la industria. Sin embargo, esa concentración es mucho mayor a nivel de productos específicos, sobre todo de los más complejos. Así, en 1986, dos de cada 12 empresas contribuyeron con el 57% de la producción total de tornos y con el 90% de la producción de tornos de CN. El caso más extremo lo constituyen los centros de mecanizado, que sólo eran fabricados por una empresa.

Pese a sus elevados niveles de concentración, la industria argentina se compone de pequeñas y medianas empresas, y las propias empresas principales no tienen más de 200 trabajadores cada una (Chudnovski, 1990).

Humbert (1989) ha comunicado que en México había 13 fabricantes en 1985, siete de los cuales producían máquinas de cortar metales. Desde entonces, el número de fabricantes se ha reducido. Con respecto a los tornos y las fresadoras, sólo quedan cuatro productores, uno de los cuales fabrica máquinas de control numérico por computadora, con una producción total de cinco unidades en los años 1988-1989. Las empresas mexicanas son entidades pequeñas cuyo tamaño puede determinarse, por ejemplo, en función del empleo directo que genera: una tiene 12 trabajadores, dos tienen 85 cada una, y la más grande tiene 112 trabajadores. Conviene señalar, sin embargo, que la primera de las empresas citadas es, pese a su pequeño tamaño, la única que fabrica máquinas-herramientas de control numérico.

La mayor de esas cuatro fábricas, y una de tamaño mediano, son de propiedad nacional. La otra empresa de tamaño mediano es una filial extranjera, tratándose la más pequeña de una empresa conjunta en cuya propiedad participa el capital mexicano con un 51%. La empresa más grande es

la única que funciona con tecnología nacional, mientras que las restantes importan la tecnología. Hay que hacer notar que los proveedores de tecnología extranjera no parece que sean empresas que actúen en la vanguardia de la industria.

En el Perú, de 20 empresas que trabajan como fabricantes y/o montadores de productos importados, un total de sólo ocho son productoras permanentes. Entre éstas, hay una pequeña empresa que fabrica tornos para joyería con tecnología nacional, y las restantes son empresas medianas que fabrican prensas (seis entidades), fresadoras (dos entidades), y tornos de revólver y paralelos (una entidad). La capacidad tecnológica local parece estar más desarrollada con respecto a las prensas, por lo que tres de los fabricantes peruanos utilizan tecnología local, mientras que dos de ellos la importan (un fabricante no facilitó información alguna). Los tornos y las fresadoras se fabrican a base de tecnología importada, y merece la pena señalar el papel desempeñado por las empresas brasileñas como proveedoras de tecnología para la fabricación de tornos y prensas, y el de las empresas argentinas en cuanto a la fabricación de fresadoras (González Roda, 1990).

De las 15 firmas que fabricaban máquinas-herramientas en Colombia en 1982, tres funcionaban a base de tecnología importada obtenida mediante acuerdos de licencia, y las diez restantes habían desarrollado sus productos localmente por medio de prácticas de copia y de ajuste (Chudnovsky, 1990).

Parece ser que, en América Latina, Bolivia constituye un caso extremo de insuficiencia en lo que atañe al desarrollo de la industria de máquinas-herramientas. A juzgar por la información facilitada por el Sr. González Roda (1990), tal industria no existe en ese país como actividad empresarial bien definida, con excepción, quizá, de algún taller de reparación. Las máquinas-herramientas instaladas en el país pertenecen a grandes compañías estatales (ferroviarias y mineras) o a grandes empresas industriales y mineras del sector privado.

La mayoría de los países restantes de la región probablemente ocupan posiciones que varían entre las condiciones del Perú y de Bolivia, según sus respectivos niveles de desarrollo.

II. POLITICA INDUSTRIAL

La heterogeneidad del desarrollo de la industria de máquinas-herramientas observada en América Latina está estrechamente asociada al tipo de política estatal adoptado en los diversos países de la región, en la que cabe distinguir tres tipos de política.

El primero de ellos, que se refiere al Brasil, refleja el objetivo del Gobierno de establecer en el país una industria completa de máquinas-herramientas. El segundo tipo corresponde a los casos de México y de la Argentina, donde, tras adoptarse una política de sustitución de importaciones basada en la protección del mercado nacional, esa política fue abandonada en favor de una liberalización de las importaciones. Por último, en virtud del tercer tipo de política, que parecería aplicarse a los restantes países de la región, se proporciona poca protección a la producción local y se estimulan las importaciones, bien sea de máquinas acabadas o de piezas y componentes para su montaje final.

Los tres tipos de política han tenido claras ventajas y desventajas. En el caso del Brasil, se utilizó toda una serie de instrumentos de política siguiendo dos líneas de actuación complementarias. Por un lado, se proporcionó a la producción local protección contra las importaciones mediante barreras arancelarias y, en especial, no arancelarias, entre las que destacaba la ley de similitud y una presupuestación en monedas fuertes por empresa. Por otro lado, se establecieron ciertas medidas, sobre todo por parte de organismos oficiales de crédito, encaminadas a fomentar en el país la creación y expansión de fábricas de máquinas-herramientas. Líneas de crédito, a menudo concedidas a tipos reales de interés subvencionados, cubrían las inversiones de empresas de máquinas-herramientas -por conducto del Banco Nacional de Desarrollo (BNDES)- y la venta de sus productos por medio de una filial (la FINAME) del BNDES. Más recientemente, y en menor escala, también se han concedido créditos por conducto de un Banco de Desarrollo de Ciencia y Tecnología (FINEP) para fomentar la capacidad tecnológica de las empresas.

Como ya se ha dicho, esas políticas se han aplicado a todo lo largo de la cadena de producción de la industria de máquinas-herramientas. En consecuencia, en el Brasil, la producción de tales máquinas tiene que cargar con los elevados costos de sus insumos y componentes.

Como puede verse en el cuadro 4, el costo nacional de la mayoría de los insumos, salvo en el caso de los materiales y chapas de acero, materiales no ferrosos y motores eléctricos, es superior al costo de las eventuales importaciones. Tiene especial relevancia el elevado costo de los componentes mecánicos, de los cojinetes y de los componentes electrónicos, pues es casi tres veces superior a los costos de esos elementos de importación. Como resultado de ello, las máquinas brasileñas tienen un costo variable considerablemente superior a los que son usuales en países más desarrollados, como España, Gran Bretaña, Italia, Japón y la República Federal de Alemania. La diferencia es mayor con respecto a las máquinas tecnológicamente más complejas, como los centros de mecanizado y los tornos de CNC de tres y cuatro ejes (precisamente por estar constituidos por una mayor cantidad de insumos más caros), que con respecto a las máquinas convencionales.

En el Brasil, los costos de mano de obra no parecen ser (según informan los fabricantes) lo suficientemente bajos como para compensar esas diferencias, dado que la mano de obra empleada en la fabricación de máquinas-herramientas está más calificada que el promedio de los trabajadores disponibles en el país, lo que obliga a las empresas, y especialmente a las más importantes del sector, a realizar programas de capacitación propios.

Pese a ello, en el Brasil, una parte importante, aunque no cuantificable, del alto costo de las máquinas-herramientas puede atribuirse al elevado margen de beneficio con que trabajan las empresas brasileñas, favorecido por la segmentación del mercado y por la protección contra las importaciones.

En resumen: si el tipo de política seguido en el Brasil ha conducido al establecimiento de una industria internacionalmente importante, por otro lado ha hecho que los consumidores de esa industria tengan que cargar con productos relativamente caros. En consecuencia, junto con la ya mencionada actualización tecnológica, el principal desafío al que actualmente se enfrentan las autoridades públicas y los fabricantes de máquinas-herramientas del Brasil consiste en la reducción del costo de tal equipo para sus usuarios,

a fin de que su utilización pueda difundirse más. Existen indicios de que el Gobierno actual tratará de lograr ese objetivo, sobre todo mediante una liberalización de las importaciones.

Cuadro 4

Insumos para el sector de máquinas-herramientas del Brasil. Relación entre los precios nacionales y los precios internacionales

Insumos	Precio nacional*/Precio de importación*
Acero y chapas	0,938
Piezas fundidas ferrosas	1,320
Materiales no ferrosos	0,300
Motores eléctricos (c.a.)	0,517
Componentes eléctricos	1,710
Componentes electrónicos	2,773
Componentes hidráulicos	1,814
Cojinetes	2,947
Piezas forjadas	1,220
Otros componentes metálicos	3,097
Otras materias primas	2,097

* Precios deducidos los impuestos.

Fuente: ABIMAQ-SINDIMAC, Investigación sobre política industrial.

En los restantes países de la región, exceptuados la Argentina y México, una combinación de circunstancias tales como mercados nacionales restringidos, falta de experiencia industrial y escasa protección frente a las importaciones, ha conducido a un limitado desarrollo de la industria de máquinas-herramientas, que a menudo se reduce al montaje de piezas y componentes importados. Excepto en el caso del Perú, no se dispone de información sobre el costo, para los usuarios de esos países, de las máquinas importadas o de fabricación local. En el Perú, según los datos proporcionados por el Sr. González Roda (1990), el equipo de fabricación nacional difícilmente puede competir, desde el punto de vista de los costos, con el equipo de importación, salvo en el caso de ciertos tipos de equipo (como las prensas) para los que, como se ha visto, se cuenta con un mayor número de fabricantes locales.

El caso de México, y especialmente el de la Argentina, son quizá representativos de la peor situación que pueda darse, toda vez que, tras un período industrialmente incipiente con la inevitable carga que supuso para los consumidores, ese proceso fue interrumpido por una política de liberalización de las importaciones que condujo a la destrucción de una capacidad industrial y técnica que, sobre todo en la Argentina, era importante.

En este último país, la tendencia antiindustrial de las políticas económicas ha sido compensada en parte en los últimos años mediante la concesión de líneas de crédito, por parte del Banco de Desarrollo, para la adquisición de equipo y maquinaria en el mercado nacional, así como por medio de incentivos fiscales a las exportaciones. En particular, ha sido parcialmente compensada por un acuerdo de integración de bienes de capital suscrito por la Argentina y el Brasil, y que abrió el mercado brasileño a los fabricantes argentinos. En virtud de ese acuerdo, el Brasil ha adquirido más del 50% de las máquinas-herramientas exportadas por la Argentina, es decir, más de la tercera parte de las máquinas-herramientas producidas por este país en 1988 (véanse cuadros 1 y 5).

El acuerdo de integración de bienes de capital destaca como la principal iniciativa reciente en términos de política comercial e industrial, por lo que merece un examen algo detallado.

Tal y como originariamente se concibió, el acuerdo debía ser un programa de complementación industrial entre ambos países, basado en el comercio industrial de complementación. El acuerdo establece una zona parcial de libre comercio entre los dos países, limitada a los bienes de capital. El conjunto de productos comprende la mayoría de las máquinas eléctricas y no eléctricas, sus piezas y componentes, y equipo de transporte distinto de los automóviles. Se excluyen, en cambio, los productos electrónicos y el equipo de transporte automotor, debiendo quedar este último cubierto por otro acuerdo en el que no se ha avanzado.

De ese conjunto de productos, ambos países han de acordar una "lista común" con respecto a la cual se eliminarán los aranceles mutuos y todas las demás restricciones a la importación. Así, un producto que figure en la lista común será considerado como "producto nacional" en ambos mercados, con las consiguientes preferencias frente a terceros.

Desde que se firmara el acuerdo hasta la fecha, se han celebrado cinco rondas para la negociación de la lista común, en la que predomina la maquinaria no eléctrica producida en pequeños lotes (por ejemplo, máquinas-herramientas). El comercio de piezas y componentes se limita a un porcentaje del comercio de productos acabados. En espera de negociaciones concretas, el equipo de encargo, es decir, el fabricado con arreglo a las especificaciones del cliente, se ha excluido de, entre otras cosas, las políticas de compras relativas a las empresas estatales (que constituyen el principal mercado de tales bienes) y de las facilidades crediticias.

Como puede verse en el cuadro 5, el acuerdo de integración sobre bienes de capital ha tenido algunos resultados notables en cuanto al volumen de comercio, que se ha multiplicado por cuatro en el período 1986-1988. Parece ser que ha sido la industria argentina la que más se ha beneficiado de dicho acuerdo, pues ha multiplicado por más de dieciséis sus exportaciones al Brasil. Las máquinas-herramientas son el principal producto de exportación al Brasil, y representan aproximadamente la mitad del total de exportaciones efectuadas en virtud del citado acuerdo. Las máquinas-herramientas de control numérico representan casi la mitad del total de máquinas-herramientas exportadas, y consisten en modelos más sencillos y menos caros que las unidades localmente fabricadas en el Brasil. Las exportaciones realizadas con arreglo a ese acuerdo se han convertido en el sostén principal de la industria argentina de máquinas-herramientas, especialmente de sus productos más complejos, como las MHCN (Erber, 1989).

Cuadro 5

Comercio de bienes de capital entre el Brasil y la Argentina,
en virtud del acuerdo de bienes de capital, 1986-1988
(En miles de dólares EE.UU.)

	1986	1987	1988
1) <u>Exportaciones de la Argentina</u>			
Total de bienes de capital	2 131	17 888	35 575
Máquinas-herramientas	631	7 961	17 577
MHCN	-	3 436	8 911
2) <u>Exportaciones del Brasil</u>			
Total de bienes de capital	14 591	25 267	33 122
Máquinas-herramientas	553	952	693
MHCN	-	-	-
<u>Balanza 1) - 2)</u>			
Total de bienes de capital	-12 460	-7 379	2 453
Máquinas-herramientas	78	7 009	16 884
MHCN	-	3 436	8,911
<u>Comercio total: 1) + 2)</u>			
Total de bienes de capital	16 722	43 155	68 697
Máquinas-herramientas	1 184	8 913	18 270
MHCN	-	3 436	8 911

Fuente: Secretaría de Industria y Comercio Exterior, Argentina.

Como se ha indicado, los productos electrónicos han sido excluidos del acuerdo, y el Brasil mantiene sus restricciones a la importación de unidades de control numérico con objeto de proteger su industria incipiente. Esto ha originado una corriente de exportaciones de esas unidades a la Argentina y que en 1988 equivalieron al 22% de las importaciones brasileñas de máquinas-herramientas de control numérico.

Pese a tales resultados, existen considerables dudas con respecto a la capacidad del acuerdo para que actúe, en la situación actual, como fuerza de transformación de ambas industrias.

El acuerdo de integración se concibió originariamente con la idea de que proporcionara a la dos industrias un mercado ampliado, asegurando las economías estáticas de escala y las economías de alcance y especialización, y permitiendo un mayor desarrollo tecnológico y un aumento de la productividad a ambos lados de la frontera. A fin de hacer realidad tales expectativas, debían establecerse complementariedades entre ambas industrias, tanto a "nivel horizontal" entre productos acabados como a "nivel vertical" para el suministro de piezas y componentes, apartándose del tipo de sustitución nacional de importaciones que caracterizó el desarrollo anterior de las dos industrias.

En la práctica, sin embargo, la lista común se ha definido hasta ahora a base de las ofertas de los productores de ambos países, que reflejan sus actuales ventajas comparativas. Como los productores son los principales negociadores y han de dar su aprobación a la inclusión de productos en la lista común, estén en condiciones privilegiadas para evitar serias amenazas de competencia por parte de los proveedores de otros países. En consecuencia, la presión ejercida por el acuerdo para alterar las líneas de producción es muy reducida.

Además, ambos países han aplazado sin fecha determinada la unificación de sus aranceles frente a terceros, en parte porque están procediendo a una reforma de los aranceles, pero al costo de tener que dejar indefinidos los relativos márgenes de preferencia.

Por último, aún no se han formulado varias medidas gubernamentales importantes que debieran complementar los incentivos al comercio y que son de importancia crítica para el logro de los objetivos, más ambiciosos, de reestructuración, como la creación de un fondo de inversiones en las dos industrias y la coordinación de políticas estatales de compras. Todavía no está claro si los nuevos gobiernos de estos dos países tendrán la voluntad política de aplicar tales medidas.

Habida cuenta de esas limitaciones, es posible que el acuerdo de integración pierda impulso tan pronto como las evidentes ventajas comparativas de ambos lados se hayan reflejado en la lista común, con arreglo a una tónica de éxito inicial y rápido declive ya observada en otros planes de integración regionales, como la Asociación Latinoamericana de Libre Comercio (ALALC) y la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI). Si tal cosa ocurriera, ambos países habrían perdido una gran oportunidad de desarrollo industrial y tecnológico.

III. EVOLUCION TECNOLOGICA

III.1 - Difusión de la automatización flexible

En América Latina, la difusión de la automatización flexible no guarda proporción con el grado de desarrollo industrial de cada una de las economías nacionales. En primera posición, y a considerable distancia de los países restantes, se encuentra el Brasil, con las mayores existencias (aproximadamente 5.000 unidades en 1988) de equipo de automatización flexible (EAF). A continuación van México (1.200 unidades en 1989) y la Argentina (800 unidades en 1988).

En el otro extremo se encuentra la gran mayoría de los países latinoamericanos, cuyo desarrollo económico es poco notable y en los que no hay la menor difusión de tal equipo o no es estadísticamente importante. Un ejemplo que hace al caso es el de Bolivia, donde no existe ningún torno de control numérico en funcionamiento: "... el único existente en el país pertenecía a la Atlas Copco Andina, empresa que no consiguió venderlo al liquidar sus activos" (González Roda, *op.cit.*, pág. 12).

A continuación se especifican los casos de los países latinoamericanos a cuyos estudios se ha tenido acceso; estos casos se mencionan por orden de importancia de la difusión de la automatización flexible en la respectiva estructura industrial de tales países.

III.1.1 - Brasil

La automatización flexible empezó a difundirse en el Brasil a principios del decenio de 1970. En un estudio anterior se indicó que en 1980 había instaladas casi 700 máquinas-herramientas de control numérico (MHCN), un 40% de las cuales eran tornos y un 30% centros de mecanizado (Tauile, 1984). Según las estadísticas de SOBRACON, a fines de este año había un total de 862 MHCN. La misma fuente estima que en 1989 esa cifra ya había alcanzado aproximadamente las 6.000 unidades, y que durante el decenio su evolución siguió la pauta reflejada en el cuadro 6.

Cuadro 6

Número de MHCN existentes en el Brasil en 1980-1988

Año	Número
1980	862
1981	986
1982	1 136
1983	1 316
1984	1 522
1985	1 995
1986	3 008
1987	4 176
1988	4 918*
1989	5 970*

* No están incluidas las importaciones efectuadas durante esos años.

Fuente: SOBRACON.

El número de empresas que utilizan máquinas-herramientas de control numérico, estimado en 150 en 1980, pasó a ser de 420 en 1987. A comienzos del proceso de difusión, y gracias a su elevado precio, las MHCN se concentraron en grandes empresas (de más de 500 trabajadores) y filiales de empresas

extranjeras, filiales que recibieron de sus oficinas centrales las pautas relativas al tipo de tecnología de proceso a utilizar. Entre los dos grupos se repartían los dos tercios del total de unidades hasta 1980 (Tauile, *op.cit.*). Aunque se carece de datos más recientes, la difusión durante el decenio de 1980 es probable que haya tenido lugar principalmente entre las pequeñas y medianas empresas y entre empresas nacionales, por lo que en 1984 el 46% de las MHCN existentes en São Paulo se concentraban en empresas de más de 500 trabajadores (Leite y otros, 1984).

También se observó en los países industrializados un tipo análogo de difusión, que se iniciaba con las grandes empresas para pasar después a las empresas medianas y pequeñas (Chaponnière, 1990).

En 1980, el 66% de las unidades eran utilizadas en la industria metalmecánica (principalmente en la producción de máquinas-herramientas), y el 17% por los fabricantes de equipo de transporte (mayormente por la industria automotriz). Según SOBRACON (1989), en 1988, entre los usuarios también figuraban fabricantes de productos duraderos electrónicoeléctricos, así como acerías y fábricas de maquinaria agrícola. En menor proporción, las industrias de máquinas-herramientas, automotriz, y aeronáutica, aún utilizaban el mayor número de máquinas-herramientas instaladas en el Brasil en 1988.

Al igual que en otros países latinoamericanos (como la Argentina por ejemplo), la proporción de empresas usuarias que sólo poseen una MHCN es aún bastante elevada en el Brasil. En todo caso, hasta 1984, más del 60% de los usuarios podían agruparse en esa categoría.

En el Brasil, el empleo de la automatización flexible parece estar asociado a un esfuerzo sistemático por entrar en los mercados extranjeros. Una investigación realizada en 1984 para la Organización Internacional del Trabajo, relativa a la automatización de la industria automotriz, permitió ver que los fabricantes de piezas de automóviles de la muestra elegida que utilizaban máquinas-herramientas de control numérico tenían las cifras de exportación más altas (Tauile, 1987).

Lo mismo cabría decir de los robots industriales. En el Brasil, la instalación de las primeras de esas máquinas respondió en parte a un esfuerzo de modernización realizado por aquellos montadores de automóviles que decidieron enviar, en la primera mitad del decenio de 1980, una parte de su producción al mercado internacional, como medio de asegurar el aprovechamiento de la capacidad ociosa de sus instalaciones, capacidad que había experimentado un fuerte aumento como consecuencia de la crisis que afectaba a la economía brasileña (*ibid.*). En 1988, el número total de robots industriales instalados en el Brasil (excluidos los telemanipuladores) ascendía a 99 unidades, y su difusión se ha venido acelerando en los tres últimos años, durante los cuales se instaló más del 70% de ese total.

Aunque la industria automotriz sigue siendo la principal usuaria de robots industriales dentro del complejo metalmecánico, la utilización de este equipo ha trascendido de ese complejo, por lo que también pueden encontrarse unidades, por ejemplo, en la industria electrónicoeléctrica (en la producción de circuitos integrados) así como en las industrias del cuero, de los plásticos, etc.

Conviene señalar que la Secretaría Especial de Informática (SEI) ha calculado en 706 las unidades de CAD/CAM instaladas en el Brasil, 170 de las

cuales son de gran tamaño (32 bits). En cuanto a los controladores lógicos programables, una empresa de consultoría ha estimado que el mercado de los mismos alcanzó los 40 millones de dólares en 1986, y que para 1990 esa cifra debiera situarse en torno a los 110 millones de dólares (Sá, 1989). Ese estudio, realizado para el BNDES, indica que en 1988 se comercializaron en el Brasil sistemas digitales de control distribuido de gran tamaño, por un valor total de 65 millones de dólares, y sistemas del mismo tipo, de pequeño tamaño, por un valor de 12 millones de dólares.

Según las estimaciones del mismo estudio, en el Brasil, en 1988, el valor total de la demanda de equipo y servicios de automatización industrial varió entre 374 millones de dólares (SOBRACON y ABCPAI) y 429 millones de dólares (Sá, 1989).

III.1.2 - México

Pese a que México tiene una estructura industrial relativamente desarrollada, y en varios casos complementa la producción industrial de los Estados Unidos de América, la difusión local de MHCN parece modesta. Según un trabajo de investigación publicado en diciembre de 1987 por NAFINSA, y de cuya muestra se excluía a la industria automotriz y a las maquiladoras, esa difusión alcanzó en 1986 la cifra de 409 unidades instaladas (Humbert, 1989). El 85% de ese equipo se instaló durante los diez últimos años, y el 49% en los cinco últimos años, lo que parecería apuntar a una ligera aceleración en la difusión de la automatización flexible.

Chaponnière (1990) estima en 1.200/1.400 unidades las MHCN existentes en México en 1989 (50 de las cuales se instalaron en las plantas de vehículos de motor de maquiladoras), lo que indica que la difusión se ha acelerado más en los últimos años.

Desafortunadamente, los únicos datos desagregados disponibles se refieren a la situación en 1986. En el cuadro 7 figura la distribución, por tipo de equipo, de las 409 unidades mencionadas.

Cuadro 7

Número de MHCN existentes en México

Antigüedad	Centros	Tornos	Fresa- doras	Taladra- doras	Mandri- nadoras	Rectifi- cadoras	Total
0-4 años	49	103	30	4	7	8	201
5-9 años	31	61	15	8	11	3	137
10-20 años	9	25	0	32	3	1	70
Más de 20 años	0	0	0	1	0	0	1
Total	89	197	45	45	21	12	409

Fuente: Humbert, M., 1989.

En todo caso, puede afirmarse que la importancia de las MHCN sigue siendo bastante escasa. Si bien son menos obsoletas, representan un simple 4% del número de máquinas-herramientas relativamente antiguas y modestas de la industria de bienes de capital (que totalizan 9.714 unidades), mientras que el número de máquinas instaladas hace más de 20 años asciende a 1.932, y a 1.722 las instaladas hace menos de cinco años (Humbert, *op.cit.*, pág. 41).

En el cuadro 8 *infra* puede verse la distribución, por sectores, de las MHCN existentes en México.

Cuadro 8

Distribución sectorial de las MHCN existentes en México

	Total de MHCN	Nuevas MHCN
Total	100%	100%
Bienes de equipo intermedios	19,8%	16,9%
Bienes de equipo en general	23,7%	18,4%
Acerías	6,3%	10,4%
Material de transporte	2,0%	3,0%
Piezas para automóviles	9,5%	6,0%
Equipo eléctrico	6,6%	5,0%
Maquinaria agrícola	4,9%	3,5%
Máquinas-herramientas	5,9%	6,0%
Maquinaria pesada	6,3%	3,0%
Equipo industrial en general	0,7%	0,0%
Equipo para la explotación agrícola	0,7%	1,0%
Equipo para la fabricación de vidrio	13,2%	26,3%

Fuente: Humbert, M., 1989.

En México, los principales usuarios de MHCN son los fabricantes de bombas hidráulicas, los productores de equipo para la explotación del petróleo y los productores de maquinaria para la fabricación de vidrio. Los fabricantes de bombas hidráulicas "poseen ... el 11% del equipo de la industria de bienes de capital en su conjunto" (Humbert, *ibid.*, pág. 42). Esa cifra comprende 15 centros de mecanizado que representan el 17% del total de unidades de tal equipo existentes en la industria mexicana. La industria de bombas hidráulicas, que dice tener normas tecnológicas comparables a las existentes a nivel internacional, se compone principalmente de filiales de empresas estadounidenses, de las que este sector recibe tanto el "know-how" tecnológico como las licencias. Su producción se orienta mayormente a los mercados extranjeros, sobre todo mediante el comercio entre empresas matrices y filiales.

La fabricación de equipo para la explotación del petróleo es un sector integrado por empresas nacionales y extranjeras, y destaca por la modernidad de su equipo, pues es esencial que sus clientes puedan hacer las perforaciones y llevar a cabo la explotación del petróleo en condiciones de seguridad y rentabilidad. Este sector tiene el 16% del total de MHCN de la industria de bienes de capital de México. En cuanto a los tornos de control numérico, posee el 24% del total de unidades de dicho equipo (Humbert, *ibid.*, pág. 43).

La fabricación de equipo para vidrierías figura entre las industrias más modernas de México, que utilizan equipo bastante nuevo y moderno. Cerca del 60% del equipo de esta industria fue instalado hace menos de cinco años, y el 60% de todo el equipo se compone de MHCN. Este sector posee el 26% de las MHCN existentes en México de una antigüedad inferior a los cinco años, así como el 36% de los centros de mecanizado de la misma antigüedad (*ibid.*). Lo que antecede se refiere en realidad a dos importantes empresas mexicanas que, habiendo empezado a funcionar a base de licencias extranjeras, no sólo pudieron asimilar tecnología importada sino también desarrollarla con arreglo a sus propias necesidades específicas. Invirtiendo en investigación y desarrollo y utilizando tecnología avanzada, como CAD/CAM, han podido llegar a exportar, incluso a otros continentes, alrededor del 10% de su valor de producción.

Como se ha indicado, la producción local de MHCN es insignificante (tan sólo cinco unidades en 1988 y 1989). En México, pues, la difusión de MHCN depende casi exclusivamente de las importaciones. Como los Estados Unidos son los principales exportadores de máquinas-herramientas al mercado mexicano (véase sección IV), cabe suponer que es también el principal proveedor de MHCN.

III.1.3 - Argentina

Entre 1981 y 1988, el número de MHCN existentes en la Argentina registró un aumento del 229%, al pasar de 350 a 800 unidades aproximadamente (Erber, 1989). El número de usuarios experimentó un aumento del 50% en el mismo período, alcanzando la cifra de 150 empresas. En cuanto a los robots industriales, hay un total de 14 unidades, todas de las cuales estaban instaladas en 1988 y eran utilizadas en su mayor parte para trabajos de soldadura por puntos en la industria del automóvil.

En la Argentina, el empleo de MHCN se concentra en las industrias productoras de maquinaria no eléctrica (especialmente máquinas-herramientas, equipo para la explotación del petróleo y maquinaria agrícola) y equipo de transporte (empresas automovilísticas y de construcciones navales). A diferencia de como ha ocurrido en otros países latinoamericanos (como el Brasil) la difusión de MHCN en la Argentina parece haber tenido lugar también, desde un principio, entre empresas pequeñas y medianas, probablemente porque tanto los modelos de MHCN producidos en el país como los importados eran más sencillos y menos costosos (*ibid.*).

Al igual que en el Brasil, la mayoría de las máquinas-herramientas de control numérico existentes en la Argentina se utilizan como equipo autónomo, lo que indica que aún está lejos la plena explotación del potencial del enfoque sistémico. Se calcula que menos del 10% de las empresas usuarias tienen más de ocho máquinas en funcionamiento, mientras que la mayor parte de los usuarios trabaja con dos o tres unidades cada uno (comunicación personal de E. Cohen, citada por Erber en *ibid.*, pág. 26).

Como también se ha observado en otros países latinoamericanos (especialmente en el Brasil, donde los autores del presente informe pudieron efectuar verificaciones directas en anteriores trabajos de investigación sobre el terreno (Tauile, 1984)), son muy pocas las empresas que hacen un cuidadoso estudio de los aspectos económicos de la introducción de MHCN, aunque los proveedores sí les facilitan, desde luego, algunas estimaciones (posiblemente sesgadas).

Consideraciones relativas a la calidad y a las características de los productos, tales como la complejidad de las piezas producidas y los estrictos márgenes de tolerancia, parecen ser las principales razones para la introducción de MHCN, sobre todo entre grandes empresas (el caso parece ser esencialmente el mismo en el Brasil). Las cuestiones de los costos o de la reducción del tiempo de mecanizado ocioso, aunque revisten importancia, tienden a ser consideradas en segundo lugar. Dado el bajo nivel de los salarios, esas consideraciones de los costos son además tendencialmente marginales a la hora de decidirse por la introducción de la automatización flexible.

Según las últimas estimaciones, existen en la Argentina 14 robots industriales, todos ellos de importación. Estas unidades se hallan concentradas en la industria de medios de transporte (72% del total de unidades). También se encuentran en la industria de bienes de capital (7%), en la del acero (7%) y en el industria electrónica (14%). Tales robots se utilizan más comúnmente para los trabajos de soldadura por puntos (Erber, 1989).

También en el Brasil existe una clara relación entre las exportaciones y el empleo de MHCN (y robots). Las características de producción deben mantenerse estrictamente para que los fabricantes puedan suministrar a los mercados internacionales productos que se ajusten a las especificaciones internacionales, requisito tanto más importante en las industrias automotriz y de máquinas-herramientas. Los mercados exteriores -y por tanto el empleo de la automatización flexible- están adquiriendo importancia progresivamente debido a la inactividad del mercado interior argentino. No obstante, en la Argentina, una mayor difusión del equipo de automatización flexible parece estar vinculada a las posibilidades de recuperación de la economía del país.

III.1.4 - Colombia

En 1987, la Federación Colombiana de Industrias Metalúrgicas (FEDEMETAL) tomó la iniciativa de realizar un estudio sobre las nuevas tecnologías basadas en la microelectrónica y su difusión en Colombia. Esto puede ser un buen indicio de la creciente importancia que tales tecnologías están adquiriendo en el país. El estudio (FEDEMETAL, 1988) se basó en investigaciones efectuadas en 44 empresas pertenecientes al sector metalmecánico, que representa aproximadamente el 90% de las empresas colombianas que ya han empezado a utilizar tales tecnologías nuevas. Entre estas empresas,

- 5 son usuarias de MHCN y de diseños asistidos por computadora (CAD),
- 20 sólo utilizan MHCN,
- 2 están proyectando utilizar ambas tecnologías,
- 3 proyectan utilizar solamente el CAD,
- 6 proyectan utilizar solamente MHCN, y
- 8 todavía no tienen previsto invertir en nuevas tecnologías.

La industria colombiana no viene utilizando ningún tipo de robot, ni existen previsiones con respecto a su introducción, debido a que su costo es elevado (lo que también tiene que ver con los rendimientos de la inversión esperados, si se tiene en cuenta el bajo costo de la mano de obra local), ya que la función que desempeñarían podría seguir siendo desempeñada por los trabajadores sin una disminución importante de la calidad. En realidad, la cuestión de la difusión de los robots cabe referirla a los demás países latinoamericanos, y especialmente al Brasil. Además, en Colombia no existen sistemas de fabricación flexibles (SFF), ni la fabricación integrada por computadora (FIC).

Al realizar su estudio, FEDEMETAL detectó la existencia de 61 MHCN, 52 de las cuales (85%) tienen control numérico por computadora (CNC). Teniendo en cuenta que, según parece, la muestra seleccionada por dicha Federación comprende el 90% de las empresas usuarias (entre ellas todas las principales), puede decirse que el total de MHCN existentes en ese país no había superado las 70 unidades en la época en que se llevó a cabo la investigación. Es cierto que ese número no es elevado, pero el hecho de que se haya realizado un estudio tan detallado por iniciativa local pone de manifiesto una actitud seria y positiva hacia el empleo de este tipo de equipo, que parece estar adquiriendo impulso (en los últimos seis años, se ha adquirido el 92% de las MHCN registradas en el estudio). La existencia de un organismo que catalice la recogida y difusión de datos sobre nuevas tecnología favorecería desde luego la difusión de éstas en Colombia, como ha ocurrido en casos análogos en otros países (en el Brasil, por ejemplo, la Sociedad Brasileña de Control Numérico (SOBRACON) ha desempeñado a menudo un papel importante en la difusión de la automatización flexible).

De las 61 MHCN existentes en Colombia, 33 (54%) son tornos, 9 (15%) son fresadoras, 5 (8%) son aparatos de mecanizado por electroerosión, 5 (5%) son centros de mecanizado, 3 (5%) son mandrinadoras y 2 (3%) son rectificadoras; entre las cuatro restantes, figuran dos taladradoras, una punzonadora y una esmeriladora. Trece de las empresas comprendidas en la muestra de investigación tenían planes concretos de adquirir unas 20 MHCN, es decir, nueve tornos, ocho centros de mecanizado, dos rectificadoras y una fresadora. Los principales proveedores de MHCN importadas son los Estados Unidos (36%), seguidos de Alemania occidental (20%), España (15%) e Inglaterra (8%).

El mayor número de máquinas-herramientas de control numérico se concentra en el sector de material y equipo de transporte, en el que seis empresas (24%) utilizan 26 unidades (43%) del total, mientras que en la industria metalmecánica siete empresas (28%) utilizan 16 MHCN (26%). Otros siete fabricantes de maquinaria no eléctrica y piezas de repuesto utilizan 11 unidades (18%). En el cuadro 9 figura la distribución de MHCN por sector de producción en la industria metalmecánica de Colombia.

Las empresas estudiadas han indicado los beneficios derivados de la utilización de MHCN por el siguiente orden jerárquico:

- | | |
|--|-----|
| a) posibilidad de fabricar nuevos productos | 32% |
| b) aumento del volumen de producción | 32% |
| c) mayor calidad del producto y menor control | 21% |
| d) posibilidad de prestar servicios a otras empresas | 15% |

Quadro 9

Difusión de MHCN, por sectores de producción,
en la industria metalmeccánica de Colombia

Sector de producción metalmeccánico	Número de empresas	Total de MHCN
Productos metálicos	7	16
Maquinaria no eléctrica	7	11
Equipo eléctrico	4	6
Equipo de transporte	6	26
Dispositivos de control	1	2
Total	25	61

Fuente: FEDEMETAL, 1989.

Es curioso que en Colombia, a diferencia de los otros países, las empresas que realizan el mayor volumen de exportaciones no son las que utilizan MHCN o el CAD. Por falta de información más concreta, no es posible interpretar este hecho. También merece la pena señalar que la tasa de utilización de equipo de automatización flexible es en general inferior a la relativa al equipo convencional. Esto se debe probablemente a la falta de experiencia en el empleo de tal tecnología, que aún se halla en sus primeras fases de difusión.

III.1.5 - Perú

Se calcula que en el Perú existen 20 MHCN, 6 de las cuales son centros de mecanizado. Todas ellas han sido importadas e instaladas en empresas predominantemente de gran dimensión que optaron por el empleo de este tipo de equipo por razones de calidad y flexibilidad (González Roda, *op.cit.*). La rapidez en la entrega del material pedido, gracias a un aumento de la productividad, y el mantenimiento de elevados niveles de calidad en los productos destinados a la exportación (por ejemplo, bombas para minas), han sido otras de las razones que han determinado la introducción de MHCN.

En el Perú, la utilización de MHCN ha venido aumentando a ritmo lento, pues los aranceles a la importación (un 80% sobre máquinas y un 125% sobre accesorios) hacen que resulten extremadamente caras para las empresas usuarias locales. En el estudio realizado por el Sr. González Roda se considera que la tasa de difusión en el país es muy baja, tanto en lo relativo al nivel de desarrollo de la industria metalmeccánica peruana como en comparación con otros países de la misma región, tales como Venezuela, Colombia y Chile.

Por extraño que parezca, aunque en la industria peruana el número de MHCN instaladas es tan pequeño, existen otras nueve unidades en el Instituto Leonardo da Vinci (asociado al Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial),

donde se utilizan para la capacitación técnica y profesional a diversos niveles. Esas máquinas han sido donadas por la Asociación Italiana de Constructores de Máquinas, mediante un acuerdo suscrito con el Gobierno italiano, en virtud del cual también se facilita asesoramiento y apoyo para el funcionamiento de las mismas. El señor González Roda señala que, como el acuerdo fue elaborado por la Asociación sin consultar para ello con las partes locales, el citado centro de capacitación está siendo subutilizado. Conviene hacer notar este punto porque en el Brasil se firmó un acuerdo análogo con el Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI). Debido a la resistencia ofrecida por los fabricantes brasileños de máquinas-herramientas, que consideraron esa iniciativa como una maniobra de comercialización, el centro de capacitación en cuestión no se instaló en São Paulo, principal polo industrial del país, sino, por el contrario, en las instalaciones del SENAI en Río de Janeiro.

Desafortunadamente, no ha sido posible reunir datos sobre la difusión del equipo de automatización flexible existente en Chile y en Venezuela, que parecen constituir, con Colombia (y en menor escala con el Perú), un subgrupo intermedio de países en que la difusión, aunque aún es bastante pequeña, puede indicar el principio de un cambio en la base tecnológica de los sectores más dinámicos de su industria local.

III.2 - Producción local de equipo de automatización flexible

En América Latina, la producción local de equipo de automatización flexible se limita casi exclusivamente al Brasil y a la Argentina (en esta última, en una proporción mucho más pequeña).

III.2.1 - Brasil

III.2.1.a - Máquinas-herramientas de control numérico

En el Brasil, las primeras MHCN para uso industrial las fabricó el principal productor nacional de máquinas-herramientas, que adaptó un armario de control numérico a un equipo convencional. Poco tiempo después, algunas filiales de empresas alemanas también iniciaron la fabricación local de MHCN. Por entonces, la mayoría de esas empresas acababan de instalarse en el Brasil de conformidad con los planes del gobierno nacional encaminados a potenciar el proceso de sustitución de importaciones, generando capacidad local para la producción de bienes de capital.

Las filiales extranjeras solían llevar al país todo el producto y la tecnología de diseño, por lo común anticuada en uno o dos modelos en comparación con las unidades fabricadas por sus empresas matrices. Fuera esto coincidencia o no, los productos ofrecidos por esas empresas eran diferentes unos de otros y no hubo competencia entre ellos. En cuanto a las dos importantes empresas de propiedad brasileña que iniciaron la fabricación de MHCN en la segunda mitad del decenio de 1970, ambas acabaron por decidir fabricar tornos análogos bajo licencias de tecnología extranjera obtenidas de la misma empresa italiana. En 1978, de las 700 MHCN en funcionamiento, 130 ya se habían producido en el Brasil. Como puede verse en el cuadro 10, el número de MHCN producidas anualmente se multiplicó por seis a lo largo del decenio de 1980. En los cuatro últimos años de ese decenio, el promedio anual de producción alcanzó las 911 unidades, y su número llegó a ser de 6.000

en 1989. Durante el mismo período, como resultado de las restricciones a la importación, y del aumento de la producción local, el coeficiente de importación pasó del 64% en 1980 al 13% en 1987 (último año acerca del cual se dispone de información).

Cuadro 10

MHCN: Producción, importación y número de ellas existente en el Brasil (por unidades)

Año	Producción	Importaciones	Total	Número	Coefficiente de importación
Hasta 1979	110	274	384	384	71,3
1980	172	306	478	862	64,0
1981	69	55	624	986	44,3
1982	120	30	150	1 136	20,0
1983	150	30	180	1 316	16,7
1984	153	53	206	1 522	25,7
1985	413	60	473	1 995	12,7
1986	833	180	1 013	3 008	17,8
1987	1 018	150	1 168	4 176	12,8
1988	742	n.d.*	n.d.*	4 918**	n.d.*
1989	1 052	n.d.*	n.d.*	5 970**	n.d.*

* No se dispone de datos.

** No se incluyen las importaciones realizadas durante esos años.

Fuente: SOBRACON.

El importe de las ventas de MHCN de fabricación local ascendió a 224 millones de dólares de los EE.UU. en 1989, y a continuación se indica la evolución, entre 1986 y 1989, de los ingresos correspondientes:

Cuadro 11

Ventas de MHCN (en millones de dólares EE.UU.)

1986	187
1987	197
1988	223
1989	224

Fuente: SOBRACON.

No se dispone de datos relativos a la distribución de las MHCN por tipos de máquinas. No obstante, puede dar una idea aproximada de esa distribución la proporción de ventas correspondiente a 1987, en que el 62% de las unidades eran tornos y el 10,7% centros de mecanizado. En términos de valor, las proporciones eran, respectivamente, del 55,1% y el 23,3% (Laplane, 1989, basado en datos de ABIMAQ).

En la actualidad, hay 10 fabricantes locales de centros de mecanizado que suministran al mercado 41 modelos diferentes. Solamente dos de ellos han optado por desarrollar su propia tecnología. Otros siete productores se inclinaron por las licencias, y uno adoptó una estrategia combinada. En cuanto a tornos de control numérico por computadora (CNC), hay seis fabricantes que también producen 41 modelos diferentes, mientras que ocho empresas fabrican 36 modelos diferentes de fresadoras de CNC (*ibid.*). En general, las empresas locales han optado por la utilización de tecnología bajo licencia en la fabricación de sus MHCN, habiéndose registrado algunos adelantos tecnológicos locales. Las empresas de propiedad brasileña que de más abundantes recursos disponen son las que han sido más capaces de optar por una estrategia de pleno desarrollo de sus propios diseños para ciertos productos. En algunos casos, esas empresas se beneficiaron de préstamos concedidos por el Gobierno para desarrollo tecnológico.

Las filiales de compañías extranjeras fabrican en general MHCN más sofisticadas que las empresas nacionales. Como se indicó en la primera sección de este informe, las filiales extranjeras trabajan con tecnología proporcionada por sus casas matrices, pero ha sido preciso desarrollar alguna capacidad tecnológica local a fin de poder adaptar sus productos a las unidades de CNC, y a otros dispositivos electrónicos, suministrados por empresas nacionales.

Pese a su relativo éxito, la producción de MHCN en el Brasil adolece de un serio inconveniente. El costo de este equipo suele ser dos o tres veces superior a los precios del mercado internacional de modelos equivalentes (razón por la cual el Brasil no exporta MHCN). Una simple comparación con las MHCN fabricadas en la Argentina, en que el costo medio en 1988 era del orden de 124.000 dólares, permite ver que el costo medio del equipo fabricado en el Brasil en 1989 (más complejo, desde luego) era el doble (213.000 dólares) de esa cifra.

Se dice a menudo que la pequeña escala de producción es el principal obstáculo para reducir los costos en el sector. En realidad, según cálculos efectuados por el Boston Consulting Group (citado en Chudnovsky, 1988), la escala económica para la fabricación de tornos de CN es de 400 unidades anuales, cifra que está muy por encima del nivel alcanzado en el Brasil, donde la producción total es, hasta el presente, de unas 1.000 unidades anuales.

La inestabilidad de la demanda, provocada principalmente por la crisis registrada en el Brasil en el decenio de 1980, es otro factor agravante que impide, según suele decirse, las inversiones necesarias para reducir los costos, por cuanto oscurece los parámetros utilizables en los correspondientes cálculos económicos. Una reciente investigación basada en entrevistas mantenidas con una muestra representativa de fabricantes locales de máquinas-herramientas permitió ver que el alto nivel de integración vertical observado en el Brasil no se considera un determinante de la elevación de los costos, contrariamente a lo que publicaciones actuales parecen sugerir (Laplane, 1989).

Otra causa importante de los elevados costos es el suministro local de materias primas y componentes. Como se ha indicado en el cuadro 4, la mayoría de las piezas y componentes fabricados en el país cuestan bastante más que los de importación, sobre todo los utilizados para MHCN. Sin embargo, en los últimos tiempos, el debate en torno al costo de las MHCN se ha centrado en los componentes electrónicos, especialmente en las unidades de control numérico por computadora (CNC), en parte porque la electrónica constituye una partida importante en la estructura de costos de una MHCN, y en parte porque las unidades de CNC fueron colocadas, en virtud de la política informática, en condiciones de reserva de mercado. Por tanto, conviene examinar más detalladamente la producción, en el Brasil, de dichas unidades.

Hasta principios del decenio de 1980, los armarios de control numérico solían importarse. A partir de 1982, la SEI estableció una reserva de mercado para la producción de armarios de CNC, con miras a crear capacidades industriales y tecnológicas mediante la adquisición de tecnología extranjera y su posterior desarrollo local. Como puede verse en el cuadro 12, el número de unidades fabricadas llegó a ser de 1.124 en 1989 (frente a 253 en 1984). El valor de las ventas en el período 1986-1989 se situó en torno a los 20 millones de dólares, aunque en 1988 descendió a 14 millones de dólares.

En el cuadro 12 puede verse una estimación de los ingresos obtenidos por los diversos segmentos del complejo electrónico que entraña la automatización industrial.

Cuadro 12

Ingresos obtenidos por segmentos interesados en la automatización industrial en el complejo electrónico del Brasil
(En valores (millones de dólares) y unidades)

	1987		1988		1989	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
PLC	34,0	-	51,3	-	65,1	-
CN/CNC*	20,0	1 138	13,9	816	20,1	1 124
CAD/CAM	29,0	611	36,0	700	99,3	2 658
Robótica	5,1	28	2,0	12	1,4**	7

* En 1984, 1985 y 1986, se produjeron, respectivamente, 253, 413 y 757 unidades de CNC. En 1986, el valor de la producción ascendió a 22,2 millones de dólares.

** 4 millones de dólares, si se incluyen los sistemas de robot.

En el Brasil, una importante característica de la oferta de armarios de CNC es su segmentación. De los siete proveedores existentes, tres venden toda su producción a fabricantes locales de máquinas-herramientas: uno a la empresa más importante de la industria, el segundo a una fábrica de mediana dimensión de rectificadoras, y el tercero trabaja en función de un acuerdo OEM (fabricante del equipo original) suscrito con uno de los principales fabricantes de máquinas-herramientas especiales (una filial alemana). El segundo proveedor ha desarrollado sus propios productos, mientras que los otros dos trabajan a base de licencias de tecnología extranjera.

Dentro del otro grupo de fabricantes, integrado por proveedores libres, la competencia era al principio prácticamente inexistente, pues uno de ellos sólo poseía tecnología apropiada para las fresadoras, con lo que dejaba a las otras empresas el monopolio virtual del mercado libre. Las dos empresas trabajaban a base de licencias de empresas extranjeras que antes suministraban sus máquinas al mercado brasileño directamente por conducto de las filiales locales.

En 1984, dicho monopolio se vio afectado por las actividades de una empresa de electrónica relativamente pequeña que introdujo un sistema mucho más sencillo y menos costoso basado en una innovación efectuada por ella. Sus productos han resultado muy apropiados para las condiciones del mercado brasileño, y se ha convertido en el principal fabricante por el número de unidades producidas. Como resultado de ello, su competidora, que sigue siendo la principal empresa por el valor de sus ventas, ha introducido modelos más sencillos. Como la citada nueva empresa está mejorando su rama de productos, la competencia está aumentando en el nivel medio del mercado.

La competencia también ha aumentado en el nivel superior del mercado. La empresa que tenía una licencia de CNC para fresadoras, rescindió el contrato y empezó a fabricar una unidad que puede utilizarse para controlar tanto MHCN como robots industriales. En 1988, una de las más importantes empresas del mercado de controles programables (CP) empezó a fabricar una sofisticada unidad de CNC a base de tecnología de CP.

Por tanto, los fabricantes brasileños de unidades de CNC pueden agruparse con arreglo a sus estrategias de comercialización (cautiva o libre) o relativas a sus fuentes de tecnología (desarrollada en el país o importada).

Según las estimaciones de Erber (1989, pág. 15), "el suministro libre, que desempeña un papel esencial en la difusión de tecnología electrónica dentro de la industria de máquinas-herramientas, contribuye con más del 80% al total de máquinas fabricadas y con un 33% al valor de la producción del sector. ...Más de la mitad de las unidades de CNC fueron diseñadas en el país, y, como tales productos suelen ser más sencillos que las unidades obtenidas bajo licencia, su participación en el valor de la producción sólo representa la quinta parte del total".

Los usuarios brasileños se vienen quejando de las dificultades con que tropiezan para importar controles numéricos por computadora y del elevado costo de los sustitutos. No obstante, en una entrevista reciente, el presidente de ABIMAQ ha reconocido que se han levantado las restricciones a la importación de productos cuando no existen en el país otros análogos, y que el diferencial de precios frente a los productos extranjeros, que era cinco o seis veces superior, ha pasado a ser de dos o tres veces, pese a lo cual sigue siendo un diferencial muy elevado.

En un estudio inédito presentado por Erber (1989), la SEI ha comparado los precios de los productos fabricados en el Brasil con sus equivalentes extranjeros. Ello demuestra que los precios F.O.B. de los CNC fabricados en el Brasil disminuyeron sensiblemente entre 1983 y 1986 y volvieron a aumentar en 1987, debido a la introducción de nuevos modelos y a las fluctuaciones de los intercambios. El diferencial entre los precios de los productos fabricados en el Brasil y los de sus equivalentes extranjeros pasó de 1,94 veces en 1983 a 1,63 en 1987.

Los diferenciales de precios no son los mismos para los productos localmente diseñados que para los fabricados bajo licencia: en 1983, los primeros costaban 1,46 veces lo que sus equivalentes extranjeros, y en 1987 su precio era aproximadamente el mismo. Los productos fabricados bajo licencia iniciaron el período con un precio 2,24 veces superior, diferencia que se mantuvo hasta el año pasado, en que esa cifra pasó a ser de 2,72.

Varios son los factores que pueden explicar el alto costo de los CNC brasileños. En primer lugar, la escala de producción es pequeña en comparación con los niveles internacionales. Parece ser que Fanuc, el líder mundial de la industria, fabrica 4.000 unidades mensuales (Chudnovsky, 1988). Otros importantes proveedores internacionales estadounidenses y europeos fabrican alrededor de 1.000 unidades anuales. En entrevistas celebradas por Laplane (1988) con fabricantes brasileños, estos manifestaron que ese orden de magnitud era el deseado por ellos. En la actualidad, los dos proveedores libres más importantes fabrican anualmente entre 350 y 450 unidades.

Las economías de escala no sólo afectan a los costos fijos, sino también a los costos de los componentes, tanto locales como importados. Los primeros son caros porque también se fabrican en pequeña escala, mientras que los últimos se ven afectados por las deseconomías que entrañan las compras en pequeños lotes.

Por otro lado, la producción local de CNC se encuentra aún en su fase inicial, con todas las ineficiencias que esa fase comporta. Por último, es probable que la reducida competencia a que ha dado lugar las restricciones a la importación y la segmentación del mercado explique los elevados márgenes de beneficio de los fabricantes localmente establecidos.

Los usuarios locales consideran que la calidad de los productos es buena, y están satisfechos con la asistencia técnica recibida (Laplane, 1988). Tales factores, unidos al dominio de las técnicas de diseño, y a la reducción de los precios, indica que en la industria de CNC del Brasil está en marcha un importante proceso de aprendizaje. Teniendo en cuenta la breve duración de la política seguida y la generalización de los elevados diferenciales de precios con respecto a los productos importados, entre los que figuran aquellos a los que no afecta la política de reserva del mercado, sería arriesgado condenar esta última sobre la base de los costos de los CNC.

III.2.1.b - Robots industriales (RI)

Importados por la industria automotriz, los RI fueron introducidos en el Brasil por vez primera en 1983. Al término de 1984, se habían importado 26 RI programables multifuncionales (21 de ellos por parte de la industria automotriz), y las proyecciones de la demanda eran optimistas. Se

esperaba para entonces que las inversiones en la instalación de RI alcanzaran aproximadamente los 80 millones de dólares (correspondientes a 500 unidades) entre 1986 y 1990.

Teniendo en cuenta esas optimistas expectativas, en diciembre de 1984 la SEI invitó a empresas de propiedad nacional a que presentaran proyectos para la producción de RI. Al año siguiente se presentaron más de 20 propuestas. La SEI aprobó siete proyectos manufactureros: tres de ellos se referían a la fabricación de RI multifuncionales a base de licencias extranjeras, mientras que cuatro se referían a la de RI más sencillos a base de diseños locales. También se autorizaron nueve proyectos para el desarrollo de productos, dos de ellos relativos a sistemas de control electrónico.

Con la reducción general de las inversiones, especialmente en la industria automotriz, la demanda experimentó un aumento mucho menor del esperado. Los fabricantes de RI multifuncionales vendieron 35 unidades durante el período 1986-1988, disminuyendo las ventas en los dos últimos años.

Quadro 13

Robots industriales existentes en el Brasil

Número de unidades y valor de las ventas (en miles de dólares EE.UU.)*

Año	Total		Programables	
	Número	Valor	Número	Valor
Hasta 1985**	26	n.d.***	2	n.d.
1986	33	2 900	-	-
1987	28	5 100	26	1 197
1988	12	2 085	9	1 643

* Valor de las ventas deducidos los impuestos.

** Incluidas las importaciones. Los datos correspondientes a 1986-1988 se refieren solamente a la producción local.

*** No se dispone de datos.

Fuentes: Total de RI - Hasta 1985 - Sá (1989).
 1986-1988 - SOBRACON (1989).
 RI programables - SEI (1989).

En el Brasil, la producción de RI está muy segmentada. Como se ha señalado, un primer grupo de empresas produce unidades multifuncionales a base de licencias extranjeras. Uno de los cuatro fabricantes originariamente aprobados ha abandonado el mercado, y la competencia entre las tres empresas restantes es limitada, debido a las diferencias entre los productos que suministran (por ejemplo, una de ellas tiene un modelo que es apropiado para la soldadura por puntos, actividad a la que principalmente se dedican los RI en el Brasil).

Como consecuencia de la indicada combinación de demanda restringida y especialización de productos, las ventas de las empresas vienen siendo muy irregulares. El citado fabricante de RI para soldadura por puntos vendió 23 unidades en 1987, pero ni una sola en 1988. En cuanto a las otras dos empresas, una de ellas vendió las siete primeras unidades en 1988, vendiendo el tercer fabricante dos unidades en 1987 y una más en 1988.

Un segundo grupo de fabricantes, integrado por unos ocho posibles proveedores de robots, desarrollaron sus productos localmente. Estos productos son mucho más sencillos que los fabricados bajo licencia (pues tienen, por ejemplo, menor grado de libertad y una fuerza de elevación más reducida), y son principalmente adecuados para actividades como manipulación, recogida y colocación de materiales y carga de las máquinas.

Aproximadamente la mitad de esas empresas han seguido una estrategia de diseño de RI normalizados, mientras que la otra mitad ha preferido suministrar equipo de encargo, es decir, fabricado con arreglo a las especificaciones de los clientes. Esto último tiene la ventaja de que reduce los riesgos y aumenta el desarrollo conjunto de tecnología de aplicación por parte de usuarios y fabricantes. Aunque esa estrategia parece ligeramente más eficaz, sólo un pequeño número de empresas de este segundo grupo han llegado a ejecutar sus programas de desarrollo de productos y han podido vender sus robots industriales.

Aunque dos empresas sí obtuvieron aprobación de la SEI para sus proyectos de suministro de componentes electrónicos y mecánicos, los elementos de importación que entran en la fabricación local de RI siguen representando un porcentaje elevado que tenderá a seguir así en vista de la pequeña escala alcanzada.

Los licenciantes han proporcionado a sus clientes brasileños capacitación en materia de montaje y control de calidad, así como apoyo para el desarrollo de la capacidad de montaje local. Los licenciarios han concentrado sus esfuerzos en materia de diseño en adaptaciones de poca importancia, relacionadas sobre todo con el montaje local. Las empresas que no recurrieran a las licencias han dependido principalmente de la capacidad tecnológica desarrollada en otras líneas de producción.

Aunque a los autores del presente documento no se les ha proporcionado información sobre los precios de los robots fabricados en el Brasil comparados con el de sus equivalentes de importación, es muy probable que los primeros sean considerablemente más elevados que los últimos. La razón de ello es que, añadidos al efecto de escala, están también los costos de aprendizaje y las inversiones que las empresas brasileñas han tenido que hacer en materia de fabricación, diseño y capacitación.

III.2.2 - Argentina

Pese a la espectacular reducción de la producción local de máquinas-herramientas (de 22.500 unidades en 1973 se pasó a 5.600 unidades en 1988) como consecuencia del proceso de desindustrialización que ha tenido lugar en la Argentina, en los últimos años se ha registrado cierto crecimiento de la producción de MECN en ese país. Este incremento ha sido determinado principalmente por las exportaciones realizadas en virtud del acuerdo de bienes de capital suscrito entre el Brasil y la Argentina y al que ya se ha hecho referencia en el presente informe.

Como se ha indicado, prácticamente toda la producción corresponde a tres empresas de propiedad nacional. Dos de ellas producen el 90% de los tornos de CN del país. Una de estas empresas también fabrica centros de mecanizado (y es la única que lo hace). Una tercera empresa, más pequeña, fabrica fresadoras de control numérico. Todas ellas funcionan a base de licencias de compañías extranjeras, pero poseen una considerable capacidad de diseño. Dos fabricantes locales de tornos convencionales han empezado a producir, aunque sólo esporádicamente, algunas MHCN.

La producción local de MHCN, iniciada en 1979, alcanzó aproximadamente las 100 unidades anuales en 1987-1988. Al término de 1988, la capacidad instalada se calculaba en alrededor de 800 unidades (Erber, 1989). En el cuadro 14 puede verse la evolución de la producción local, así como las exportaciones e importaciones de MHCN de 1985 a 1988. Conviene señalar que la gran mayoría de las importaciones de MHCN durante ese periodo consistieron en tornos (40%) y fresadoras (37%).

En la Argentina no se fabrican robots industriales. En realidad, la producción local se limitaba a un prototipo con fines de capacitación, y cuyas dimensiones y capacidad de elevación eran inadecuadas para aplicaciones industriales (Erber, 1989).

Como puede observarse, en 1988 las exportaciones representaron aproximadamente el 80% de la producción total argentina de MHCN. En 1987 y 1988, las exportaciones de MHCN representaron cerca del 30% de las exportaciones totales de máquinas-herramientas del país. En 1987, las exportaciones de tornos de CNC ascendieron al 24,7% de las exportaciones totales de máquinas-herramientas, y al 29,4% en 1988 (*ibid.*). Prácticamente todas las exportaciones de tornos de CNC se hicieron al mercado brasileño, en el que alcanzaron una proporción importante: alrededor del 12% de los tornos de CNC fabricados en el Brasil y del 7% de su valor. Este punto se tratará más detalladamente en la Sección IV.

III.3 - El empleo de la automatización flexible en la industria de máquinas-herramientas

El material que los autores pudieron reunir sobre el empleo de la automatización flexible en la industria de máquinas-herramientas de América Latina sólo se refiere a la experiencia del Brasil.

En este país, como ya se ha indicado, la difusión y la producción de MHCN se iniciaron a principios del decenio de 1970. Se comprobó que, en 1980, al menos el "87% de los usuarios -lo que supone unas 700 unidades- podrían considerarse pertenecientes al sector de producción de bienes de capital" (Tauile, 1984, pág. 62). Es muy probable que, en aquellos días, el sector de máquinas-herramientas fuera el principal usuario de dicho equipo en la economía brasileña. La principal empresa poseía aproximadamente el 10% de todas las MHCN instaladas en el país.

Quadro 14

Argentina: producción, exportaciones e importaciones de MHCN, por unidades y en valor (en millones de dólares EE.UU.), 1985-1988

	1985	1986	1987	1988
1. Producción:				
Unidades	16	34	100	96
Valor	1,27	3,36	10,21	11,93
2. Exportaciones:*				
Unidades	1	5	38	77
Valor	0,50	0,27	3,96	9,59
3. Importaciones:				
Unidades	28	33	31	40
Valor	4,23	3,88	4,60	9,01
4. Consumo aparente:				
Unidades	42	62	93	59
Valor	5,44	6,17	10,85	11,35
5. Coeficiente de exportación (2)/(1) (%):				
Unidades	6,70	14,70	38,00	80,20
Valor	39,40	8,00	38,70	80,40
6. Coeficiente de importación (3)/(4) (%):				
Unidades	66,70	53,20	33,30	67,80
Valor	77,70	55,70	42,40	79,40

* Tornos únicamente.

Fuente: Chudnovsky (1990).

Esos iniciales porcentajes de difusión tenían sentido por cuanto, en el Brasil, la política de sustitución de importaciones se hallaba entonces en expansión, se hacían nuevas inversiones especialmente en el sector de bienes de capital, que a su vez proporcionaba apoyo a algunas importantes inversiones estatales en la infraestructura del país, así como al aumento de la capacidad de la industria automotriz.

Por otro lado, la difusión de MHCN en los países adelantados estaba entrando en una nueva etapa de aceleración a causa del desarrollo de armarios de control numérico por computadora (CNC), revolucionando con ello la producción internacional de máquinas-herramientas. No era este un simple avance más en la industria, pues, dadas sus características operacionales, que los hacen apropiados para la producción en pequeños lotes diversificados, con gran precisión de funcionamiento y repetitividad de las operaciones, las MHCN encuentran su aplicación natural concretamente en la fabricación de máquinas-herramientas. Con el advenimiento de la automatización flexible, los fabricantes de equipo universal estándar cuyo desarrollo económico dependía del logro de ciertas escalas de producción mínimas empezaron también a aumentar su eficiencia en la producción de lotes más pequeños e incluso con arreglo a las especificaciones de los clientes, es decir, de encargo. La flexibilidad aumentó más gracias a la utilización de tecnología de CAD, que agilizó considerablemente las actividades de diseño, así como a la introducción de nuevas concepciones organizativas inspiradas por la idea sistémica del proceso productivo.

Ante ese panorama, la continuidad de la evolución tecnológica en la industria brasileña de máquinas-herramientas a principios del decenio de 1980 dependía de que se mantuviera el ímpetu de crecimiento de la economía local. Y eso es precisamente lo que "no" ocurrió. Tras cinco decenios de elevadas tasas de crecimiento (con un promedio anual de alrededor del 7%), la economía brasileña experimentó una fuerte desaceleración a principios del decenio de 1980, lo que tuvo algunos efectos directos en la producción industrial, que ha permanecido desde entonces virtualmente estancada. La producción de automóviles, por ejemplo, disminuyó en un tercio entre 1980 y 1981, pues de cerca de 1.200.000 vehículos descendió a 800.000, y, pese a una gradual recuperación a lo largo del decenio, nunca volvió a alcanzar el nivel de 1980.

Inmersa en la crisis de la deuda extranjera y en una crisis de credibilidad que afectaba a las autoridades políticas, ambas de las cuales pusieron al país al borde de la hiperinflación, la economía brasileña no tenía perspectivas favorables que estimularan la realización de inversiones para ampliar su capacidad productiva. Además, los países latinoamericanos, que constituían, en el decenio de 1970, los principales mercados para las exportaciones de máquinas-herramientas brasileñas, también estaban experimentando una fuerte contracción a principios del decenio de 1980. La combinación de tales factores tuvo considerables efectos negativos en las inversiones en ese país.

En el Brasil, las expectativas de crecimiento del MHCN, que habían inducido a dos empresas alemanas a iniciar localmente la producción de armarios de control numérico, se vieron totalmente frustradas. Como consecuencia de ello, durante el decenio de 1980, las compras de MHCN no tuvieron por objeto ampliar la capacidad en sentido estricto, sino que más bien tuvieron el carácter de ajustes defensivos en el aparato de producción, con miras a asegurar una mejor actuación en un mercado que estaba empezando a ser inestable. Sin embargo, tal inversión significó un aumento de la productividad, sobre todo cuando las empresas orientaron parte de sus suministros hacia algunos nuevos mercados externos que parecían ofrecer una alternativa conveniente al decreciente mercado interior.

Con la frustración de la mayoría de las expectativas de grandes inversiones en la economía, las inversiones de los fabricantes de máquinas-herramientas también se interrumpieron. El mercado exterior no ofrecía una alternativa viable por estas tres razones: para empezar, inmerso en una crisis generalizada que afectaba a los países de América Latina, el mercado mexicano, que era el principal destinatario de las exportaciones brasileñas, experimentó una fuerte contracción y, como se verá más adelante, buscó sus fuentes de importación en los Estados Unidos. Además, eran necesarias importantes inversiones para estar a la altura de la revolución tecnológica, y en materia de producción, que la industria estaba experimentando internacionalmente. Esta restricción se vio agravada por las limitaciones que suponía la política estatal encaminada a asegurar la fabricación de armarios de control numérico por empresas de propiedad brasileña.

Como consecuencia de ello, en 1985, la producción de máquinas-herramientas del Brasil sólo era el 30% de la alcanzada en 1979 (es decir, 22.000 y 73.000 unidades, respectivamente), y sólo empezó a recuperarse en la segunda mitad del decenio, aunque parcialmente, pues en 1988 produjo 34.000 máquinas, es decir, menos de la mitad que en 1979.

La drástica reducción del mercado, antes indicada, impidió que las empresas brasileñas obtuvieran economías de escala estáticas en un momento en que varias de ellas acababan de completar la expansión de su capacidad productiva, que habían iniciado durante la segunda mitad del decenio de 1970. La crisis también ocasionó pérdidas de especializaciones y, por tanto, de economías de alcance y de aprendizaje, pues las empresas tenían que producir lo que el mercado contraído fuera a comprar.

Por tanto, la industria de máquinas-herramientas nacional no tenía medios de realizar las inversiones que se estaban efectuando en el extranjero para la modernización de la tecnología de procesos, ya fuera en los aspectos de la producción o el diseño. En un estudio realizado a petición del Ministerio de Ciencia y Tecnología de São Paulo, se decía que "la brecha tecnológica existente en el sector de la fabricación de máquinas-herramientas tiene que ver con la automatización de la planificación y de la producción, así como con la precisión de las operaciones manufactureras y con la productividad" (Laplante, *op. cit.*, pág. 240). En el mismo estudio se subrayaba la brecha tecnológica existente en la esfera del diseño mecánico para la fabricación de equipo nacional: "... por regla general, el diseño de máquinas-herramientas en el país se basa en cálculos simplificados y en métodos empíricos de ensayo y error, acompañados de verificaciones experimentales" (*ibid.*, pág. 25). Como indicio de esa brecha tecnológica, el estudio en cuestión señalaba "la escasa difusión de los sistemas de automatización de diseño, y de los sistemas informatizados, para la planificación y el control de la producción, así como la escasa difusión de equipo automatizado en el sector manufacturero" (*ibid.*). Como obstáculos a la modernización del sector, se señalaron asimismo la falta de una industria de componentes debidamente consolidada (responsable de una estructura organizativa excesivamente verticalizada entre empresas manufactureras), el bajo nivel de sofisticación de muchos usuarios, y la escasez de mano de obra calificada.

La citada brecha tecnológica era reconocida por los propios fabricantes. En realidad, la mayoría de ellos proyectaban realizar inversiones para modernizarse, pero iban aplazando las inversiones en espera de que se

aclarasen las perspectivas económicas a largo plazo del Brasil. No obstante, en los dos últimos años, algunas de las empresas principales han efectuado importantes inversiones para la ampliación de la capacidad productiva y tecnológica.

En otro estudio (Fleury, 1988), sobre los efectos de la microelectrónica en la industria metalmeccánica brasileña, se han obtenido importantes resultados relativos a la modernización de la producción de máquinas-herramientas. En el estudio de Fleury se distingue entre la modernización lograda mediante la introducción de nuevas tecnologías físicas y la modernización conseguida mediante la aplicación de nuevas técnicas organizativas, y se afirma, acertadamente, que la producción industrial puede modernizarse sin el empleo de la microelectrónica.

Basándose en las referencias teóricas desarrolladas por Raphael Kaplinsky (1984), que identifica un proceso de automatización integrado o no integrado en tres diferentes esferas de la producción (coordinación, diseño y fabricación), Fleury distingue tres estrategias de modernización definidas de la siguiente manera:

"Sistémica: (una estrategia) que tiene por objeto la informatización de la empresa, la flexibilidad y la integración mediante la adopción de programas de calidad, técnicas de tecnologías de grupo, aplicación y "justo a tiempo"*, tanto si todo ello cuenta o no con la asistencia de sistemas de información computadorizados. Del mismo modo, puede adquirirse o no equipo microelectrónico para los aspectos de la fabricación y el diseño;

Parcial: (una estrategia) basada en la adquisición de equipo microelectrónico con carácter prioritario, y sin que se hagan mayores esfuerzos en términos de reorganización de la empresa;

Convencional: ...empresas que no invierten ni en equipo ni en reorganización" (Fleury, 1988, pág. 17).

La muestra de la investigación de Fleury's incluía 61 empresas, 20 de las cuales eran fabricantes de máquinas-herramientas, mientras que 18 fabricaban piezas de automóviles. De las primeras, 11 eran de propiedad brasileña, y nueve eran filiales de importantes fabricantes de máquinas-herramientas del Brasil (que representaban el 21% del empleo del sector y el 13% del valor de su producción), más una empresa de una dimensión entre media y grande y otras nueve empresas con menos de 500 trabajadores cada una. Las cuatro empresas principales de este grupo constituían un subgrupo cuya característica común era que exportaba regularmente más del 10% del valor total de producción. Entre las filiales extranjeras -cuyo principal mercado era la industria automotriz- había empresas de todos los tamaños, desde una que empleaba a 1.000 trabajadores hasta otra cuya actividad consistía en la fabricación de equipo tecnológicamente sofisticado hecho de encargo en pequeñas cantidades, y montado a base de piezas y componentes subcontratados.

* Sistema de producción y gestión de inventarios que minimiza éstos al planificar exactamente las necesidades y elaborar un nivel de servicio por los proveedores excepcional. La mercancía llega en el momento justo, y al sitio preciso, en que va a ser utilizada.

Fleury encontró un número relativamente pequeño de fabricantes de máquinas-herramientas que habían optado por la estrategia de modernización sistémica; en realidad, sólo dos empresas frente a 11 en el sector de piezas para automóviles, por ejemplo. 12 de las empresas restantes adoptaron la estrategia de modernización parcial, y seis eran empresas convencionales.

Con referencia a la producción de máquinas-herramientas, el estudio señala "una diferente intensidad en el empleo de la microelectrónica en la producción. Por ejemplo, hay una empresa brasileña con más de 100 MHCN conectadas a un sistema CAD, mientras que una empresa filial utiliza más de 20 MHCN sin ninguna conexión CAD. Las empresas restantes del sector, incluidas filiales, tienen un promedio de cuatro MHCN en funcionamiento, y sólo dos disponen de pequeños sistemas CAD" (*ibid.*, pág. 29). En una de las empresas había una célula automatizada sin personal, habiéndose encontrado otra en la producción de piezas de automóviles.

Según Fleury, entre las principales empresas nacionales, el principal motivo de modernización ha sido el deseo, ya sentido en el decenio de 1970, de mantener su competitividad en el mercado internacional. En ese contexto, "los esfuerzos de las principales fábricas de MHCN por automatizarse y modernizarse han sido motivados fundamentalmente por el deseo de mantener la competitividad de las máquinas-herramientas en el mercado interior y la competitividad de las máquinas convencionales en el mercado exterior" (*ibid.*, pág. 32). El hecho de que se prevea una probable liberalización de las importaciones parece haber acelerado este proceso, que ha desembocado en la introducción de nuevas líneas de productos y de nuevas plantas (M. Laplane, información personal).

En lo tocante a las filiales alemanas, se consideró que la tecnología de grupo era la única innovación organizativa que se había realizado. Es importante señalar que "esta técnica organizativa no fue desarrollada en la filial brasileña, sino que ya viene incorporada en diseños de productos que envía la casa matriz. Al mismo tiempo, en aquellos casos en que se emplea equipo microelectrónico en la producción, dicho equipo es relativamente limitado" (*ibid.*). Se supone que esa actitud defensiva por parte de las filiales alemanas responde a tres fuentes de incertidumbre: la inestabilidad de la situación política y económica del Brasil; la incertidumbre con respecto a los proyectos de inversión a largo plazo en la industria automotriz; y las restricciones a la importación establecidas por la Ley de Informática.

En cuanto al grupo de fábricas de propiedad nacional más pequeñas, parece ser que las principales razones que tenían para hacer algunas pequeñas inversiones en tecnología microelectrónica eran las siguientes:

- la necesidad de hallar soluciones para reducir los costos, mejorar la calidad de los productos y acortar los plazos de entrega a los clientes, en vista de la creciente competencia entre las empresas brasileñas que se habían especializado en máquinas convencionales;
- la exigencia, por parte del mercado de máquinas-herramientas, de que los fabricantes modernicen sus empresas (los clientes desean saber si las tecnologías de producción utilizadas en el equipo que adquieren son modernas);

- el hecho de que la presión ejercida en favor de la producción de MHCN entraña el aprendizaje de las correspondientes actividades de diseño y desarrollo, lo que a su vez sólo puede hacerse mediante el empleo de la microelectrónica en el proceso de producción.

En general, los principales resultados conseguidos mediante la automatización electrónica parecen ser, en el orden indicado, los siguientes: mejora de la calidad del producto, mayor control del proceso de producción y mayor flexibilidad de éste. No obstante, todas las empresas que no tenían equipo microelectrónico cuando se realizó el estudio de Fleury, pero que proyectaban adquirirlo, señalaron que el control del aumento de la producción era el principal resultado que perseguían. Esto indica probablemente una evaluación errónea, pues una planificación y un control de la producción más eficaces no son necesariamente resultado de la instalación de equipo microelectrónico. También merece la pena señalar que la cuestión relativa a la mano de obra siempre ocupó el último lugar en las prioridades mencionadas por las empresas incluidas en la muestra de investigación.

Asimismo es interesante observar la evolución del empleo en la industria brasileña de máquinas-herramientas entre 1980 y 1988, así como la evolución de las correspondientes categorías de mano de obra conexas y los cambios apreciados en la composición estructural de la fuerza de trabajo (cuadros 15, 16 y 17).

Cuadro 15

Evolución del empleo total en la producción de máquinas-herramientas en el Brasil, 1980-1986

Año	Total	Variación (%)	Indice
1980	18 883	-	100
1981	14 521	-23	77
1982	10 782	-26	57
1983	9 045	-16	48
1984	11 519	27	61
1985	14 785	28	78
1986	17 299	25	92
1987	13 560	-22	72
1988	15 724	16	83

Fuente: ABIMAQ.

Cuadro 16

Evolución del empleo, por categorías de mano de obra conexas, en la industria brasileña de máquinas-herramientas, 1980-1986

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Mano de obra directa	100	63	56	54	83	97	116
Técnicos de producción	100	100	84	79	152	194	226
Diseñadores	100	87	87	90	109	136	176

Fuente: Fleury, 1988.

Cuadro 17

Cambios registrados en la composición estructural de la fuerza de trabajo de la industria brasileña de máquinas-herramientas, 1980-1986

	1980	1986
Mano de obra directa	90,3	85,2
Técnicos de producción	3,0	5,1
Diseñadores	6,7	9,7

Fuente: Fleury, 1988.

A la vista de los cuadros anteriores, cabe colegir que, al comienzo del periodo de recesión experimentado en la primera mitad del decenio de 1980, el empleo de mano de obra directa fue el más afectado. Fleury mantiene que, frente a las adversas condiciones entonces imperantes en el mercado, la reacción de las empresas locales consistió en tratar de conseguir una mayor racionalización del proceso productivo y de los nuevos mercados y productos. Es probable que esa reacción haya entrañado una intensificación de las actividades técnicas, una mayor frecuencia de las actividades de reglaje, y una creciente preocupación por el mantenimiento. Pese a una recuperación parcial en cuanto al empleo de mano de obra directa en los años siguientes a 1983, la estructura ocupacional de la industria experimentó un cambio gradual en favor del empleo de trabajadores más calificados, sobre todo en el aspecto del diseño.

En lo que atañe al presente informe, los resultados más interesantes del estudio de Fleury tal vez sean los relativos a la variación del volumen de empleo de las empresas frente a las oscilaciones de la actividad económica ocurridas durante ese período, habida cuenta de las estrategias de modernización adoptadas: "... en el caso de las empresas de máquinas-herramientas, al término de 1983, las empresas que utilizaban una estrategia de modernización parcial empleaban un 30% menos de personal que en 1980; en cambio, las que aplicaban una estrategia convencional empleaban un 49% menos. A fines de 1986, las empresas modernas ya empleaban un 33% de personal más que en 1980, mientras que las empresas que aplicaban una estrategia convencional empleaban un 2% más que en 1980. (...) Este análisis pone de manifiesto que aquellas empresas que utilizaban una estrategia de modernización parcial despidieron a un menor número de trabajadores durante el período de recesión y proporcionaron empleo a más personas, y más rápidamente, durante el período de recuperación" (*ibid.*, pág. 46).

Con respecto al sector de piezas de automóviles, Fleury comprobó que las empresas que habían adoptado la estrategia sistémica despidieron a un menor número de trabajadores durante la recesión y estaban en mejores condiciones, cuando las actividades económicas volvieron a reanimarse, de contratar a un mayor número de trabajadores, y con mayor rapidez, que las empresas que habían adoptado una estrategia de modernización parcial.

A base de sus estudios sectoriales, el citado autor llega a la conclusión de que, en general, las empresas que más avanzaron en la estrategia sistémica en su proceso de modernización fueron las que obtuvieron mayores rendimientos, tanto en términos de productividad como de generación de empleo. También llega a la conclusión de que la estrategia de modernización adoptada por una determinada empresa depende de su capacidad de gestión, pues, si la modernización es en definitiva independiente de la introducción de equipo microelectrónico, es esencialmente dependiente de una nueva filosofía organizativa y de nuevos procedimientos operacionales.

Los resultados arriba expuestos indican que la heterogeneidad tecnológica está aumentando en la industria brasileña de máquinas-herramientas. Como el Gobierno actual proyecta ir reduciendo progresivamente la protección frente a las importaciones en los próximos años, es probable que esa medida vaya acompañada de una importante reestructuración de la industria.

IV. COMERCIO INTERNACIONAL

El comercio internacional de máquinas-herramientas es muy dinámico y ha venido creciendo a tasas que superan el promedio usual en el comercio mundial en general, como puede verse en el cuadro 18.

Como ya se ha señalado, la fabricación de máquinas-herramientas en América Latina ocupa una posición marginal en el contexto internacional, representando menos del 2% de las cifras de producción internacionales. En todos los países de América Latina, salvo en el Brasil (en que la producción local abastece a más del 80% del mercado), las importaciones son la principal fuente de suministro de máquinas-herramientas, representando al menos las tres cuartas partes del consumo aparente de la Argentina y alrededor del 90% de dicho consumo en los países restantes (véase cuadro 1, sección 1).

Cuadro 18

**PIB e importaciones de máquinas-herramientas correspondientes
a la ALADI y al mundo
(En millones de dólares EE.UU.)**

PIB (1)

Año	ALADI	Mundo
1980	573*	11 939
1981	668*	11 834
1982	681	12 860
1983	587	12 883
1984	626	13 373
1985	630	13 854
1986	642	16 624
1987	-	18 143

Importaciones (2)

Año	Mundo	Máquinas-herramientas		Tasa (%)	
		ALADI (A)	Mundo (B)	A/B	B/C
1980	1 946	0,859	9 662	8,89	0,50
1981	1 929	0,869	9 665	8,99	0,50
1982	1 807	0,628	8 072	7,80	0,44
1983	1 751	0,323	6 766	4,77	0,37
1984	1 867	0,311	7 012	4,45	0,37
1985	1 881	0,281	8 758	3,21	0,47
1986	2 061	0,346	10 727	3,22	0,52
1987	2 424	0,411	13 010	3,15	0,54

* Excluida la Argentina.

** Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México, Perú, Uruguay y Venezuela.

Fuente: (1) IFS (1988); (2) INTAL, según Chudnovsky (1990), y FUNCEX, Balanza Comercial (1989).

Ante este panorama, resulta alarmante que, mientras que las importaciones internacionales de máquinas-herramientas pasaron de 9.600 millones de dólares en 1980 a 13.100 millones de dólares en 1987, los países latinoamericanos redujeron sus importaciones de máquinas-herramientas en el mismo período a menos de la mitad, es decir, a 411 millones de dólares en 1987 frente a 859 millones de dólares en 1980 (véase cuadro 18). En otras palabras: la región ha reducido su participación en las importaciones mundiales, al pasar del 9% al 3%.

La contracción general del ingreso bruto de América Latina ha contribuido desde luego al decrecimiento en la participación de las importaciones de máquinas-herramientas de la región en el comercio internacional: el producto nacional bruto (PNB) agregado correspondiente a los países latinoamericanos en 1986 no pudo alcanzar siquiera los niveles de 1982, en contraste con un PNB internacional en aumento creciente (y cuya tasa de crecimiento fue superior al 50% en el periodo 1980-1987).

Desde el punto de vista estructural, se observa que las importaciones latinoamericanas se concentran en muy pocos países. México, que atiende más del 90% de las necesidades de su mercado interior con máquinas-herramientas importadas, ha representado casi la tercera parte del total de importaciones efectuadas por la región en el periodo 1983-1987, seguido del Brasil con una participación del 19% (véanse cuadros 19 y 20).

En el citado periodo, el principal proveedor de máquinas-herramientas de América Latina fue Estados Unidos. Como ha señalado Chudnovsky (1990), aunque el sector de máquinas-herramientas de los Estados Unidos ha venido pasando por una crisis y ha perdido terreno en el mercado internacional, casi una cuarta parte de las unidades importadas por la ALADI en 1983 procedían de los EE.UU., y en 1987 la participación de éstos se había situado en un 31%. Por tanto, aunque en América Latina puede observarse una contracción de las importaciones de máquinas-herramientas, los Estados Unidos lograron aumentar sus ventas de 78,3 millones de dólares en 1983 a 128,7 millones de dólares en 1987. Este resultado se debió principalmente al comportamiento del mercado de México, que absorbió el 62% de las exportaciones de máquinas-herramientas efectuadas por los Estados Unidos a la región durante 1983-1987. En México, la participación de las importaciones de los Estados Unidos en el total de importaciones de máquinas-herramientas realizadas por el país pasó del 23% en 1983 a 62% en 1987, y duplicó su valor.

Sin embargo, el Brasil y la Argentina, siguiendo una tendencia opuesta, redujeron sus importaciones de máquinas-herramientas de los Estados Unidos en favor de máquinas fabricadas en Alemania Occidental. Del total de importaciones de máquinas-herramientas efectuadas por el Brasil en 1983, un 27% eran de origen alemán, y esa cifra aumentó al 41% en 1987. En la Argentina tuvo lugar un proceso análogo. La reducción de sus importaciones de máquinas-herramientas de los Estados Unidos (del 18% en 1983 al 6% en 1987) se compensó con la adquisición de máquinas-herramientas importadas de Alemania, que representaron el 16,5% del total de importaciones de máquinas-herramientas en 1982 y el 24% en 1987 (véase cuadro 20).

También conviene señalar el elevado porcentaje de máquinas-herramientas italianas importadas por la región (el 11% del total en 1987), que fue superior a la participación de Italia en las exportaciones de la industria (un 8% en 1989 según Chaponnière) (1990). La principal excepción a la penetración de ese proveedor es el mercado mexicano, en el que las máquinas italianas representan menos del 4% de las importaciones de México.

Inversamente, la participación de los proveedores japoneses en el mercado latinoamericano es extraordinariamente baja, en comparación con su importancia internacional.

Cuadro 19

Principales países proveedores de máquinas-herramientas
a la ALADI, 1983-1987
(En millones de dólares EE.UU.)

Import./año	Mundo	Estados Unidos	República Federal de Alemania	Italia	Japón	Suiza	España	Argentina	Brasil	
ARGENTINA	1983	20,6	3,7	3,4	3,0	3,5	1,1	0,1	0,0	1,4
	1984	22,6	4,7	5,8	2,2	4,8	0,5	1,3	0,0	0,6
	1985	31,4	6,8	7,0	6,0	3,4	1,7	1,0	0,0	1,1
	1986	16,4	2,3	6,3	3,1	1,7	0,2	0,7	0,0	0,7
	1987	38,3	3,0	8,6	4,7	1,5	4,6	1,6	0,0	1,9
BRASIL	1983	65,0	18,5	17,7	6,5	13,8	2,8	0,4	0,0	0,0
	1984	42,3	13,3	7,0	16,3	2,7	1,0	0,3	0,1	0,0
	1985	36,3	9,7	15,1	1,9	2,8	2,7	0,3	0,2	0,0
	1986	60,0	9,8	23,7	5,4	9,0	6,1	0,4	0,7	0,0
	1987	120,1	18,7	40,9	13,3	13,6	5,8	2,5	11,4	0,0
COLOMBIA	1983	18,1	5,5	1,4	1,8	0,5	0,2	3,3	0,3	0,3
	1984	19,7	9,6	1,6	1,1	0,1	0,2	2,3	0,3	0,2
	1985	11,4	5,4	0,8	0,4	1,3	0,2	1,1	0,9	0,2
	1986	11,6	2,2	1,3	1,2	0,1	0,6	2,0	0,3	0,1
	1987	19,9	4,7	2,8	3,1	0,3	1,2	2,7	0,3	0,6
ECUADOR	1983	7,8	1,3	0,3	0,5	0,1	0,0	0,4	0,1	0,3
	1984	4,4	0,5	0,0	0,8	0,0	0,7	1,0	0,1	0,1
	1985	10,3	0,9	0,6	0,7	0,0	0,1	1,0	0,2	0,4
	1986	8,5	1,0	1,3	0,9	0,0	0,1	0,8	0,0	0,2
	1987	8,9	3,0	1,2	1,9	0,1	0,0	1,2	0,0	0,0
MEXICO	1983	170,8	39,4	30,1	5,4	9,3	1,0	7,6	0,2	0,6
	1984	178,3	55,6	18,1	1,9	18,4	3,5	4,4	0,4	3,2
	1985	149,7	50,4	33,0	4,8	30,3	5,3	7,8	0,8	2,1
	1986	177,3	114,8	23,9	5,3	1,4	3,0	6,3	0,4	0,8
	1987	126,4	78,1	23,3	4,7	6,7	4,3	1,9	0,1	0,6
PERU	1983	7,4	0,5	1,3	1,7	1,8	1,8	0,3	1,4	0,5
	1984	2,8	0,8	0,4	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
	1985	3,4	0,5	0,4	0,5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
	1986	6,5	2,4	0,3	0,7	0,7	0,0	0,6	0,1	0,1
	1987	5,1	1,7	1,4	1,3	0,3	0,0	0,7	1,4	1,4
VENEZUELA	1983	25,4	7,8	2,7	7,6	1,0	0,1	3,3	0,1	0,3
	1984	33,5	6,5	6,6	6,3	0,7	0,0	3,5	0,1	2,4
	1985	41,9	12,1	5,5	8,8	2,1	0,5	4,6	0,1	1,0
	1986	54,7	13,6	8,1	7,8	2,2	1,0	4,3	0,3	0,9
	1987	68,1	19,4	6,4	15,5	3,2	0,4	4,5	0,3	0,4
ALADI	1983	321,1	78,3	47,6	27,0	28,5	5,6	15,6	2,7	3,8
	1984	310,2	93,3	40,1	39,8	28,3	6,1	10,3	1,4	6,4
	1985	290,7	99,7	52,8	23,9	40,1	10,7	16,5	1,9	5,4
	1986	345,6	147,3	66,3	25,8	26,3	11,3	15,3	2,8	5,3
	1987	410,7	128,7	86,0	46,0	35,9	17,0	16,0	14,8	7,3

Fuente: Chudnovsky, 1990.

Cuadro 20

Principales países proveedores de máquinas-herramientas
a la ALADI, 1983-1987
(En porcentajes)

Import./año	Estados Unidos	República Federal de Alemania	Italia	Japón	Suiza	España	Argentina	Brasil	
ARGENTINA	1983	18,0	16,5	14,6	17,0	5,3	0,5	0,0	6,8
	1984	20,8	25,7	9,7	21,2	2,2	5,7	0,0	3,7
	1985	21,7	22,3	19,1	10,8	5,4	3,2	0,0	3,5
	1986	14,0	37,8	18,8	10,4	1,2	4,2	0,0	4,3
	1987	6,0	22,5	12,4	3,9	12,0	4,2	0,0	5,0
BRASIL	1983	28,3	27,0	9,9	21,0	4,3	0,6	0,0	0,0
	1984	31,5	16,8	38,8	6,4	2,4	0,7	0,2	0,0
	1985	26,7	41,5	5,2	7,7	7,4	0,8	0,6	0,0
	1986	16,2	39,1	8,9	14,8	10,1	0,6	1,3	0,0
	1987	15,6	34,1	11,1	11,3	4,8	2,1	9,5	0,0
COLOMBIA	1983	30,4	7,7	9,9	2,8	1,1	18,2	1,7	1,7
	1984	48,7	8,1	5,6	0,4	1,0	11,7	1,0	1,0
	1985	47,4	7,0	3,5	11,4	1,8	9,6	7,7	1,4
	1986	19,0	11,2	10,3	0,5	5,2	17,2	2,6	0,9
	1987	23,6	14,1	10,6	1,5	6,0	13,6	1,5	3,0
ECUADOR	1983	16,7	3,8	6,4	1,3	0,5	5,1	1,3	2,6
	1984	11,4	0,3	16,3	0,0	15,9	22,7	2,2	3,3
	1985	8,7	5,8	6,8	0,4	0,6	9,7	1,7	3,5
	1986	11,3	15,3	10,4	0,4	1,2	9,4	0,9	1,8
	1987	22,5	13,5	21,3	1,0	0,0	13,5	0,0	0,0
MEXICO	1983	23,2	11,8	3,3	5,4	0,0	4,4	0,1	0,4
	1984	31,2	10,2	1,1	10,3	2,0	2,5	0,2	1,2
	1985	42,4	14,7	3,2	20,3	3,5	5,2	0,5	1,4
	1986	64,8	13,5	3,9	0,8	1,7	3,6	0,2	0,5
	1987	61,8	18,4	3,7	5,3	3,4	1,5	0,0	0,5
PERU	1983	6,8	17,8	23,0	24,3	24,3	4,1	18,9	6,0
	1984	28,6	14,3	10,7	1,4	0,1	3,6	3,6	2,5
	1985	14,7	11,8	14,7	1,1	0,7	2,9	2,0	1,9
	1986	36,9	4,6	10,8	10,8	0,0	9,2	1,5	0,9
	1987	13,5	17,3	14,8	3,7	0,0	8,6	17,3	1,9
VENEZUELA	1983	30,7	10,6	29,9	3,9	0,4	13,0	0,4	1,2
	1984	19,4	19,7	18,8	2,1	0,1	10,4	0,2	7,1
	1985	28,9	13,1	21,0	5,0	1,2	11,0	0,2	3,3
	1986	24,9	14,7	14,3	4,0	1,8	7,7	0,3	1,6
	1987	28,5	9,4	23,9	4,7	0,6	6,6	0,3	0,6
ALADI	1983	24,4	14,8	8,4	8,9	1,7	4,9	0,8	1,2
	1984	30,0	12,9	9,8	8,8	2,0	4,3	0,5	3,1
	1985	34,3	18,2	8,3	13,8	3,7	5,7	0,7	1,9
	1986	42,8	19,3	7,5	7,8	3,3	4,4	0,8	1,5
	1987	31,3	20,9	11,3	6,3	4,1	3,9	3,6	1,6

Fuente: Chudnovsky, 1990.

Conviene hacer notar, por último, que el Brasil, principal fabricante de la región (con más del 80% de la producción de máquinas-herramientas de América Latina), representa menos del 2% de las importaciones de la zona. La Argentina, cuya producción en términos de valor es inferior a la décima parte de la del Brasil, representó alrededor del 0,8% de las importaciones efectuadas por la región durante 1983-1986, y aumentó su participación al 3,6% en 1987, gracias a las ventas efectuadas al Brasil en virtud del Acuerdo de Integración de Bienes de Capital concertado entre ambos países y al que ya se ha hecho referencia en este informe.

La especificidad del suministro de máquinas-herramientas en América Latina, con respecto a los países proveedores, no puede explicarse únicamente a base de factores comerciales. La hegemonía estadounidense en el mercado mexicano, por ejemplo, se ve considerablemente afectada por otras relaciones económicas que vinculan a esos dos países, especialmente por las inversiones directas de los Estados Unidos en México y por las prácticas de subcontratación industrial usuales entre empresas estadounidenses y mexicanas. La importancia de las ventas alemanas en el Brasil, y de las italianas en la Argentina, también es probable que se vea influida por el papel desempeñado en cada uno de esos países por las inversiones alemanas e italianas directas en sectores que necesitan máquinas-herramientas. Lamentablemente, no se dispone de información sobre las líneas de crédito concedidas por los proveedores o por organismos oficiales encargados de promover las exportaciones de países más industrializados, por lo que los autores del presente informe no han podido evaluar sus efectos en la orientación de las importaciones latinoamericanas, que, según cabe suponer, serían muy importantes. A fin de determinar la influencia de los factores mencionados, sería preciso una investigación más a fondo.

Siguiendo esa línea de consideraciones, merecería la pena subrayar la influencia que el acuerdo sobre bienes de capital suscrito por el Brasil y la Argentina ha ejercido en el aumento de la participación de las máquinas-herramientas argentinas en las importaciones brasileñas de dicho equipo.

La información estadística disponible sobre el tipo de máquinas importadas es insuficiente. Sin embargo, los datos proporcionados por Chudnovsky (1990) relativos a la mayoría de los países de la región revelan una amplia diversificación de tipos de máquinas, hecho que no es de sorprender dado el insuficiente desarrollo de la industria local. La principal excepción parece ser México, donde el 64% de las importaciones efectuadas en 1987 se referían a tornos (*ibid.*).

Con respecto al Brasil, aproximadamente las tres cuartas partes de las importaciones efectuadas en el período 1978-1988 se referían a máquinas de cortar metales. Sin embargo, en los últimos años (1986-1988), se ha registrado un aumento de la participación de las máquinas-herramientas de conformar metales, cuyos coeficientes de importación/consumo aparente son bastante más elevados que los aplicados a las máquinas de cortar metales (veáanse cuadros 21 y 22).

Quadro 21

Brasil: producción, exportaciones e importaciones de
máquinas-herramientas, por tipos de máquinas,
1986-1988

(En unidades y en valor (millones de dólares EE.UU.))

A - Valor

Maquinas- herramientas	1986			1987			1988		
	P	M	X	P	M	X	P	M	X
De cortar metales	45,0	46,5	11,8	44,9	84,0	10,9	41,4	121,6	19,3
(%)	82	71	45	86	74	45	77	74	48
De conformar metales	10,2	18,5	14,5	7,4	29,7	13,6	12,2	42,2	20,7
(%)	18	29	55	14	26	55	23	26	52
Total	55,2	65,0	26,3	52,3	113,7	24,5	53,6	163,8	40,0
(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100

B - Unidades

De cortar metales	23 908	9 452	6 477	25 920	2 113	4 344	30 717	3 734	4 296
(%)	83	87	80	87	80	65	89	78	56
De conformar metales	4 793	1 381	1 595	3 951	535	2 360	3 737	1 046	3 372
(%)	17	13	20	13	20	35	11	22	44
Total	100								

Fuente: ABIMAQ (1989).

Cuadro 22

Coefficientes de comercio de máquinas-herramientas
brasileñas, por tipos de máquinas,
1986-1988

(En porcentajes de valor)

Coeficientes	<u>De cortar metales</u>			<u>De conformar metales</u>			<u>Total</u>		
	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988
Importaciones/ consumo aparente	9,6	16,1	16,3	17,4	32,9	42,0	12,2	26,7	24,8
Exportaciones/ producción	2,6	2,4	4,6	14,2	18,4	17,0	4,8	4,7	7,5

Fuente: Cálculos efectuados a base del cuadro 21.

Cuadro 23

Brasil: valor medio de las máquinas producidas,
exportadas e importadas, por tipos de máquinas,
1986-1988

(En miles de dólares EE.UU. por unidad)

Tipo de máquina	<u>Producción total</u>			<u>Exportadas</u>			<u>Importadas</u>		
	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988
De cortar metales	18,82	17,32	13,48	1,82	2,51	4,39	4,92	39,75	32,57
De conformar metales	21,18	18,73	32,65	9,09	5,76	6,14	13,40	55,51	40,34
<u>Total</u>	19,23	17,51	15,56	3,26	3,65	5,15	6,00	42,94	34,27

Fuente: Cálculos efectuados a base del cuadro 21.

Como se indica en el cuadro 23, el precio medio del equipo importado suele ser considerablemente superior a los precios medios del equipo de fabricación local (salvo en 1986, en que el tipo de cambio fue congelado en el Brasil). Esto sugeriría, a primera vista, que las importaciones abarcan modelos más complejos que los fabricados localmente, conjetura que requiere estudios de investigación adicionales antes de que pueda confirmarse.

Desafortunadamente, el tipo de clasificaciones de aranceles aduaneros adoptado en los diversos países no permite establecer distinción entre MHCN y otro equipo, salvo con respecto a la Argentina y a México. En el primer país, las MHCN representaron el 20% de las importaciones (9 millones de dólares) en 1988, el 70% de las cuales estaba constituido por tornos y el 30% por fresadoras. En México, la participación de las MHCN es considerablemente mayor: alrededor de la cuarta parte del total de máquinas-herramientas importadas (Humbert, 1989). En 1988, las importaciones de MHCN totalizaron 41,5 millones de dólares, de los que el 61% correspondió a centros de mecanizado, y el 34% a tornos (*ibid.*).

Una segunda excepción, aunque sólo en parte, es el Brasil, donde pudo comprobarse que los centros de mecanizado representaban el 4,3% de las importaciones totales del país en 1987 (5.196 millones de dólares). Como puede verse en el cuadro 12 de la Sección III, el número de MHCN importadas del Brasil descendió de 300 unidades en 1980 a 30 unidades anuales durante el peor período de la crisis del decenio de 1980 (1982-1983). Tales importaciones recuperaron su impulso parcialmente en 1986 y 1987, alcanzando las 180 y 150 unidades anuales, respectivamente.

Por último, conviene señalar que, en vista del mayor desarrollo de la industria local, las importaciones de piezas y componentes han desempeñado un papel mucho más importante en el Brasil que en el resto de la región. Mientras que en el Brasil absorbieron el 338% del total de máquinas-herramientas importadas, su participación en las importaciones restantes latinoamericanas es, como promedio, la cuarta parte de la cifra total (estimación basada en los datos facilitados por Chudnovsky, 1990).

Como muestra el cuadro 24, todos los países latinoamericanos registran déficit de sus balanzas comerciales con respecto a las máquinas-herramientas, y la relación importación/exportación ha tendido a aumentar en el último decenio.

Las exportaciones regionales proceden principalmente del Brasil y de la Argentina. En el primer caso, tras alcanzar aproximadamente los 74 millones de dólares en 1981, las exportaciones pasaron a ser de menos de la tercera parte de esa cantidad en 1987 y experimentaron una recuperación parcial en 1988, en que se situaron en los 40 millones de dólares. Ese decrecimiento tenía mucho que ver con el comportamiento del mercado mexicano, que absorbió en 1980 alrededor del 60% de las exportaciones efectuadas por el Brasil y sigue siendo el principal mercado exterior de este último. Sin embargo, Chudnovsky (1990) señala que las estampadoras, que representaron una parte importante de las exportaciones brasileñas a México en 1987, no figuran en las estadísticas de importación de México. Por tanto, la participación brasileña en las importaciones mexicanas, como puede verse en los cuadros 19 y 20, probablemente se ha subestimado.

A juzgar por los valores medios de las máquinas localmente fabricadas y posteriormente exportadas (indicados en el cuadro 23), las exportaciones brasileñas han consistido principalmente en unidades relativamente baratas en comparación con los precios medios de la industria. Esto hace pensar que se trata de modelos relativamente sencillos, lo que concuerda con la supuesta importancia de los mercados latinoamericanos en relación con esas exportaciones. Sin embargo, podría significar que los bajos precios de exportación están subvencionados por los elevados precios internos, cuestión ésta que requiere una investigación más a fondo.

Asimismo, conviene hacer notar que más de la mitad de las máquinas-herramientas exportadas por el Brasil consisten en máquinas de conformar metales, sector en el que los adelantos técnicos han sido menos importantes que en el sector de máquinas de cortar metales, lo que tiende a confirmar el supuesto anterior. No estaría de más subrayar que, aunque la industria brasileña de máquinas-herramientas presenta un coeficiente de exportación muy bajo (alrededor del 8% de su producción), el coeficiente correspondiente al sector de producción de máquinas de conformar metales alcanzó niveles internacionales en 1988, es decir, un 42% de la producción total (véase cuadro 22). También cabe conjeturar que el valor unitario superior de las exportaciones de máquinas de conformar, en comparación con las máquinas de cortar, indica que las exportaciones de las primeras comprenden modelos algo más complejos.

Según Chudnovsky (1990), un examen de los diversos productos permite ver que entre las máquinas-herramientas de conformar destacan las estampadoras, mientras que entre las máquinas de cortar sobresalen los tornos paralelos.

Como ya se ha indicado, en el Brasil, los precios de las piezas y componentes son sensiblemente superiores a los usuales en el mercado internacional, sobre todo con respecto a las piezas utilizadas en máquinas más complejas. A esto hay que añadir los costos inherentes a la necesidad de ofrecer capacitación dentro de la empresa a trabajadores calificados, tanto a los niveles intermedio como superiores, costos que, en otros países, sólo son parcialmente absorbidos por los fabricantes.

En vista de los grandes cambios introducidos en la base técnica de la industria de máquinas-herramientas a nivel internacional, y que tienden a elevar las normas mínimas establecidas para investigación y desarrollo, así como a aumentar la importancia de las economías de escala estáticas y dinámicas, es probable que los productos brasileños tropiecen con crecientes dificultades para entrar en mercados más sofisticados que los de América Latina, a menos que en el sector se haga un importante esfuerzo de racionalización, en unión de algunas inversiones importantes tanto en capacitación de mano de obra como en investigación y desarrollo. Esto requerirá una intensa participación estatal en estrecha asociación con los actuales fabricantes y sus respectivos proveedores. El aumento del coeficiente de importación del sector, a fin de incrementar la competitividad de las exportaciones brasileñas constituirá una parte importante de esa política, siempre que pueda articularse con medidas encaminadas a promover la capacidad tecnológica e industrial.

Aunque las exportaciones argentinas han experimentado un fuerte descenso en el decenio de 1980 (al pasar de 28 millones de dólares en 1980 a 4,7 millones de dólares en 1986), lo que refleja una combinación de su crisis interna y del colapso mexicano, los valores alcanzados a principios del decenio se recuperaron y superaron en 1987, en que se llegó a una cifra de 38 millones de dólares (véase cuadro 24).

En la Argentina, y a diferencia del Brasil, las exportaciones han adquirido considerable importancia en los últimos años, sobre todo en lo tocante a las máquinas complejas. De representar el 14% de la producción del país en 1986, las exportaciones pasaron a representar las dos terceras partes de dicha producción en 1988. Los principales productos de exportación son los

tornos de control numérico por computadora (CNC), que constituyeron el 30% de las exportaciones de 1988. Este último año se exportó el 85% de los tornos fabricados en la Argentina (Chudnovsky, 1990. Véase también el cuadro 14).

En principio, sorprende un tanto ese comportamiento de las exportaciones en lo que atañe a productos relativamente sofisticados. Un estudio realizado hace unos años por Chudnovsky y Groisman (1987) mostró que los precios de las MHCN argentinas eran sensiblemente más altos que los de sus competidores del Japón, de Corea del Sur, y de la provincia china de Taiwán, en el mercado estadounidense (unas dos o tres veces más elevados). Como factor determinante de esa diferencia de precios, se señalaron las economías de escala conseguidas por esos últimos países, aun cuando en la Argentina se importen los motores y todos los componentes electrónicos de las máquinas-herramientas, lo que representa entre una cuarta parte y una tercera parte de los costos de producción.

Por otro lado, en el mismo estudio se señalaba que las máquinas, más sencillas, fabricadas en la Argentina estaban en buenas condiciones de competir, en cuanto a precios, con las fabricadas en países adelantados, si bien todavía tienen alguna dificultad para competir con los productos procedentes de Asia sudoriental.

Esa evidente paradoja tiene su solución en el ya mencionado Acuerdo de Integración concertado entre el Brasil y la Argentina. En realidad, en 1983, el Brasil absorbió casi las tres cuartas partes de las exportaciones de máquinas-herramientas argentinas, y más del 90% de sus tornos de CN. Como ha señalado Erber (1989), que estudió esta cuestión en mayor detalle, los tornos argentinos son más sencillos y considerablemente más baratos que los fabricados en el Brasil, con independencia de que hayan de ser equipados con armarios brasileños de CN.

Como ha señalado Chudnovsky (1990), aparte de los tornos de CN, las exportaciones argentinas de máquinas-herramientas consisten principalmente en tornos automáticos y paralelos, fresadoras, prensas de excéntrica y rectificadoras. Salvo en el caso de estas últimas, el mercado brasileño absorbe unos dos tercios de esas exportaciones de la Argentina.

Otros países latinoamericanos absorben el resto de las exportaciones argentinas, mientras que Chile destaca como el segundo mercado comprador de tornos de CN (*ibid.*).

Las pequeñas exportaciones efectuadas por otros países de la región (véase cuadro 24) parecen de carácter esporádico y, en consonancia con el nivel de desarrollo de sus respectivas industrias, parecen consistir principalmente en productos muy sencillos.

El análisis anteriormente realizado de la evolución de las importaciones de máquinas-herramientas en países latinoamericanos demuestra el creciente aislamiento de la región frente a la industria internacional. Teniendo en cuenta que el grueso de las exportaciones latinoamericanas es de carácter intrarregional, ese aislamiento tiende a mantenerse y a generar un círculo vicioso en la oferta y la demanda de productos cada vez más a la zaga de la vanguardia internacional.

Los resultados, indudablemente positivos, del acuerdo comercial suscrito por el Brasil y la Argentina no pueden extrapolarse mecánicamente al resto de la región, por cuanto ningún otro país de ella tiene una tradición, en la industria de máquinas-herramientas, análoga a la de la Argentina, que ha permitido a la industria de máquinas-herramientas de este país encontrar un nicho para sus productos en el mercado brasileño y lo está explotando al máximo. Como ya se ha señalado anteriormente en este documento, deberá ampliarse debidamente el alcance del citado Acuerdo con objeto de que finalmente pueda tener efectos importantes en la reestructuración de la industria de máquinas-herramientas de ambos países.

No obstante lo arriba apuntado, existe un amplio espacio inexplorado para la cooperación entre diversos países de la región. Dada la relativa magnitud de la industria brasileña de máquinas-herramientas y su mayor dinamismo, con independencia del contexto de recesión actual, la postura adoptada por el Brasil en cuanto a cooperación regional tiene un carácter decisivo. A este respecto, los positivos resultados del Acuerdo, así como sus defectos, podrían ser instructivos en lo tocante al rumbo que habrá de seguirse.

REFERENCIAS

ABIMAO (1989) - "Brasil 1986-1988, Máquinas ferramenta para trabalhar metais e carbonetos metálicos", en Pesquisa Industrial, ano 12, N° 12, São Paulo.

Chaponnière, J.R. (1990) - "The world machine tool industry: technological trends and their implications for developing countries". ONUDI, Viena, mimeo.

Chudnovsky, D. (1990) - "La demanda y la oferta de máquinas-herramientas en América Latina. Posibilidades y políticas para impulsar proyectos de producción conjunta", Informe SELA, Caracas.

Chudnovsky, D. (1988) - "The diffusion and production of numerically controlled machine tools with special reference to Argentina", en World Development, vol.16 N° 6.

Chudnovsky, D. y Groisman, S. (1987) - "La industria argentina de máquinas-herramientas para el trabajo de los metales: situación actual, contexto internacional y recomendaciones de política", Secretaría de Industria y Comercio Exterior, Buenos Aires, mimeo.

Erber (1989) - "The electronics complex and industrial automation: a comparison between Argentina and Brazil", ONUDI, mimeo.

Fajnzylber, F. (1983) - La industrialización trunca de América Latina, Editorial Nueva Imagen, México.

FEDEMETAL (1988) - "Las nuevas tecnologías de base microelectrónica: análisis global e impactos de su incorporación (MHCN/CAD) al sector metalmeccánico de Colombia", Bogotá, mimeo.

Fleury, A. (1988) - "The impacts of microelectronics on employment and income, in the Brazilian metal-engineering industry", OIT, World Employment Programme Research, WP 188, Ginebra, mimeo.

González Roda, J. (1990) - "La industria de máquina-herramienta y la difusión del control numérico en el Perú y Bolivia", Cochabamba, mimeo.

Humbert, M. (1989) - "La machine outil au Mexique", ONUDI, Viena, mimeo.

Kaplinsky, R. (1984) - Automation: the technology and society, Longmans, Londres.

Laplane, M. (1988) - "Competitive assessment of Brazilian industrial robots and computer numerical control industries", in Piragibe, C., Electronics industry in Brazil: current status, perspectives and policy options, CPCT/CNPQ, Brasilia, mimeo.

Laplane, M. (1989) - "Setor de máquinas ferramenta: diagnóstico da situação atual", UNICAMP, Campinas, Rio de Janeiro.

Leite, E., Caruso, L., y Yvamoto, N. (1984) - "Automação na indústria: subsídios à pesquisa", SENAI, São Paulo, mimeo.

Sá, E. (1989) - "Automação industrial, um suporte à competitividade". BNDES, Rio de Janeiro, mimeo.

SEI (1989) - "Panorama do setor de informática", Brasília.

SOBRACON (1989) - "Vendas 1988/Previsão 1989", em Boletim SOBRACOM, N° 42, São Paulo.

Tauile, J.R. (1984) - "Microelectronics, automation and economic development: the case of NCMTs in Brazil", PhD thesis, New School for Social Research, Nueva York.

Tauile, J.R. (1987) - "Automação e competitividade, uma avaliação das tendências no Brasil", Texto para discussão N° 111, Instituto de Economia Industrial/UFRJ, Rio de Janeiro.