



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> 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](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

16351

Distr.  
LIMITADA

PPD. 36  
27 Mayo 1987

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

ESPAÑOL

---

**MICROELECTRONICA EN LAS INDUSTRIAS DE BIENES DE CAPITAL  
DE LOS PAISES DEL GRUPO ANDINO**

**Informe Final de la  
Reunión del Grupo Técnico UNUDI/JUNAC**

**Paipa y Bogotá (Colombia), 8 a 13 de Marzo de 1987**

**Serie de documentos de trabajo sectoriales  
Núm.56**

**Subdivisión de Estudios Sectoriales  
División de Estudios e Investigaciones**

## DOCUMENTOS DE TRABAJO SECTORIALES

Durante la labor de preparación de los principales estudios sectoriales por la División de Estudios e Investigaciones de la ONUDI, la secretaría y expertos externos redactaron varios documentos de trabajo. Algunos de ellos, considerados de interés para un público más amplio, se presentan en la Serie de documentos de trabajo sectoriales. Estos documentos tienen carácter más exploratorio y provisional que los estudios sectoriales. Por consiguiente, están sujetos a revisión y modificación antes de su incorporación a los estudios sectoriales.

El presente documento es un texto que no ha pasado por los servicios de edición de la secretaría de la ONUDI.

Las denominaciones empleadas en este documento y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de empresas en el presente documento no entraña juicio alguno sobre ellas ni sobre sus productos por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

## Prefacio

En el Acuerdo de Cooperación firmado entre el Director General de la ONUDI y el Coordinador de la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) se estipula que las dos organizaciones acuerdan establecer un marco sistemático para intensificar la cooperación entre las dos instituciones, para lo cual los temas de tecnología y bienes de capital fueron considerados prioritarios para su implementación en el bienio 1986-1988.

En cumplimiento de este Acuerdo, la Subdivisión de Estudios Sectoriales de la ONUDI y la División de Tecnología de la JUNAC promovieron la organización de la reunión de un Grupo Técnico que agruparía expertos de los países miembros del Pacto Andino y especialistas internacionales, a fin de discutir la estructura que debería tener un programa de trabajo en microelectrónica en las industrias de bienes de capital de los países del Grupo Andino. Para la organización de esta reunión se contó con la cooperación activa de la contraparte Colombiana representada por COLCIENCIAS, FEDEMETAL y la Fundación Nueva Colombia Industrial.

El presente documento contiene el Informe Final de la Reunión del Grupo Técnico, la cual se celebró en Paipa y Bogotá (Colombia), entre el 8 y el 13 de Marzo de 1987.

Los expertos recomendaron que la ONUDI y JUNAC ejecuten un Programa de Innovación Tecnológica en el Sector de Bienes de Capital de los países del Grupo Andino, como un medio para promover la introducción de las técnicas basadas en la microelectrónica en la industria de bienes de capital de los países de la sub-región.

Indice

	<u>Página</u>
1. ORGANIZACION DEL GRUPO TECNICO ONUDI/JUNAC	1
2. PRESENTACION DE LOS TEMAS DE DEBATE	5
2.1 Difusión de las tecnologías de automatización flexible en la industria de bienes de capital de los países industrializados: repercusiones para los países en desarrollo y sus posibles reacciones. Por Prof. Ch. Edquist (Suecia)	7
2.2 Posibilidades de la pequeña y mediana industria metalmeccánica en el empleo de nuevas tecnologías de información. Por Sr. K.H. Plätzer (R.F. de Alemania)	14
2.3 Las repercusiones de las nuevas tecnologías en determinados productos de la industria mecánica de interés para los países del Grupo Andino. Por Sr. Jean Chabrol (Francia)	22
2.4 Automatización industrial en la Argentina, estado actual y perspectivas. Por Dr. Carlos M. Correa (Argentina)	29
2.5 Situación de la automatización en la industria de bienes de capital y en la industria mecánica del Brazil. Por el Profesor Manuel Mendez (Brazil)	38
2.6 La situación de las industrias de bienes de capital de los países Andinos frente a las nuevas tecnologías de información	52
2.7 Ciencia y tecnología en el Grupo Andino (GRAN). Por Sr. Carlos Aguirre y Sr. Luis Javier Jaramillo, JUNAC, Lima	73
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
3.1 Conclusiones	83
3.2 Recomendaciones	84
Anexo I - Lista de participantes	89
Anexo II - Programa de trabajo	96
Anexo III - Lista de documentos	100
Summary - Sommaire	102

Cuadros

	<u>Página</u>
1. Aplicaciones de robots y máquinas herramientas de control numérico	31
2. Evolución de características constructivas y prestaciones de unidades de control numérico	32
3. Máquinas herramienta de control numérico por computadora en el mercado interno Brasileño	39
4. Estructura de las empresas de Sao Paulo, en 1984	43
5. Ingresos de la industria manufacturera de computadoras y dispositivos periféricos en el mercado Brasileño	47

## 1. ORGANIZACION DEL GRUPO TECNICO ONUDI/JUNAC

### Introducción

La Reunión del Grupo Técnico ONUDI/JUNAC para la Formulación de un Programa de Trabajo en Microelectrónica en las Industrias de Bienes de Capital de los Países del Grupo Andino (Proyecto UC/RLA/86/230) se celebró en Paipa y Bogotá, Colombia, entre el 8 y el 13 de marzo de 1987.

En la reunión participaron expertos de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela así como expertos internacionales de Argentina, Brasil, Francia, República Federal de Alemania y Suecia. Como observadores las siguientes instituciones también participaron en la reunión del Grupo Técnico: Centro Internacional de Física, Corporación Andina de Fomento (CAF), Universidad Distrital, Universidad Javeriana, Universidad de los Andes, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Desarrollo Económico, y observadores de empresas privadas colombianas. COLCIENCIAS, FEDEMETAL y la Fundación Nueva Colombia Industrial actuaron como anfitriones y suministraron el apoyo de secretaría necesario para el éxito de la reunión. Funcionarios de la JUNAC y la ONUDI tuvieron a su cargo la organización técnica de la reunión. La lista de participantes de encuentra en el anexo I.

En el Acuerdo de Cooperación firmado entre el Director General de la ONUDI y el Coordinador de la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC), se estipula que las dos organizaciones acuerdan establecer un marco sistemático para intensificar la cooperación entre las instituciones. También fué acordado que los bienes de capital y la tecnología serían considerados para su implementación en el bienio 1986-1988.

### Sesión de apertura

El Dr. Jorge Ahumada, Director Encargado de COLCIENCIAS, después de agradecer a las entidades organizadores y a los participantes de la reunión, destacó la importancia que COLCIENCIAS atribuye a esta temática y cómo ésta se sitúa dentro del modo natural dentro de su doble línea de acción: por una parte de la política en ciencia y tecnología y por la otra la del fomento, coordinación y financiación de las actividades de investigación y desarrollo.

En el caso especial de los bienes de capital, el Dr. Ahumada enfatizó los esfuerzos de la institución para alcanzar una mayor capacidad tecnológica como condición previa al desarrollo industrial. Así se ha planteado la utilización del poder de compra del estado como estrategia de base; se ha promovido el conocimiento y aplicación de instrumentos como la desagregación tecnológica de proyectos de inversión, llamándose la atención para el establecimiento de un programa de negociación en tecnología.

En este marco y en forma específica se adelanta el Programa Nacional de Bienes de Capital ejecutados por parte de INCOMEX y el auspicio de ONUDI y el PNUD.

El Dr. Ahumada también señaló que en el campo particular de la electrónica la Empresa Nacional de Telecomunicaciones y COLCIENCIAS lideran las gestiones tendientes a la creación y organización del Centro Nacional de

Investigación en Electrónica y Telecomunicaciones (CENITE) cuya razón de ser girará alrededor de la política a seguir y del fomento a la investigación, el desarrollo experimental, la infraestructura de tecnologías, a la creación de nuevas empresas y la comercialización de bienes y servicios en estas áreas. Para la primera fase de este proyecto estas entidades han destinado recursos por un total de 200 millones de pesos.

Con respecto al desarrollo del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología financiado por el BID, el Dr. Ahumada señaló que se ha estimulado y atendido la oferta de investigación y desarrollo en universidades, institutos de investigación y empresas industriales tratando de cubrir los campos de la electrónica industrial, las telecomunicaciones, la electromedicina, los componentes e insumos, los sistemas de alimentación para microcomputadores, entre otros. La financiación otorgada por estos conceptos sobrepasa los 350 millones de pesos. Asimismo se ha concedido ayuda financiera a ASESEL, la Asociación de Empresas de Electrónica para estudios de perfiles industriales y tecnológicos. En el momento se promueven el establecimiento de programas en tecnologías tales como la de diseño y la de manufactura por computador CAD-CAM, esperando también en estas áreas la participación de ONUDI.

Finalmente el Dr. Ahumada indicó que estas son las principales tareas que en el área está promoviendo, coordinando y cofinanciando COLCIENCIAS. Un comienzo modesto tal vez pero con claras pretensiones sumergísticas apoyadas en la capacidad, entusiasmo y dedicación de las diversas instituciones ejecutoras y en el convencimiento de que Colombia debe definitivamente embarcarse en la aventura de las tecnologías de punta si realmente quiere avanzar en el camino hacia un futuro mejor.

El Vicepresidente de la Fundación Colombiana de Industrias Metalúrgicas, FEDEMETAL y Asesor Principal de la Fundación Nueva Colombia Industrial, Ing. Luis Gustavo Flores, presentó un saludo de bienvenida a todos los participantes y expresó su satisfacción por el trabajo conjunto de JUNAC y la ONUDI y la oportunidad de la vinculación de los sectores gubernamentales, académico y empresarial a este importante evento.

Expresó que esta acción conjunta de los países miembros del Grupo Andino debe contribuir con los esfuerzos nacionales para lograr el menos los siguientes objetivos:

(a) La creación y el impulso de una capacidad interna que permita interpretar adecuadamente el impacto de las nuevas tecnologías a nuestro medio en el orden económico y social;

(b) La caracterización de programas y proyectos que permitan enriquecer las interrelaciones de los países Andinos y consecuentemente a que la integración subregional y regional dé un saldo cualitativo hacia el futuro;

(c) El aprovechamiento de las oportunidades que brindan las nuevas tecnologías particularmente para el mejor avance de la empresa nacional en los sectores industrial, agropecuario y de servicios de ingeniería y consultoría.

Destacó la importancia de algunos proyectos que actualmente adelanta Colombia en estos campos, particularmente el estudio del impacto de las nuevas tecnologías en la industria de bienes de capital con el financiamiento de

JUNAC y participación de FEDEMETAL, la Fundación Nueva Colombia Industrial y la ejecución de la Fundación Andina para el Desarrollo Tecnológico (TECNOS); el inicio de operaciones del Centro de Máquinas Herramientas de Control Numérico del Convenio SENA-ITALIA, y el programa de bienes de capital INCOMEX, COLCIENCIAS, Planeación Nacional y ONUDI.

Asimismo, el Ingeniero Flores consideró indispensable la adopción por parte de Colombia y en general de los países Andinos de una política industrial explícita en torno a las nuevas tecnologías de información que señale el conjunto de mecanismos e instrumentos de promoción industrial y las prioridades necesarias que contribuyan a un verdadero conocimiento de las industrias de bienes de capital en los países.

El Profesor Carlos Aguirre de JUNAC señaló que el Grupo de trabajo Técnico se produce en un momento significativo para los países Andinos pues luego de un periodo de extensa actividad estos han sentado las bases para un relanzamiento de la integración económica en el Protocolo Modificatorio del Acuerdo de Cartagena. La Junta, indicó, aspira y está segura que este instrumento será suscrito en el plazo más breve posible.

El Protocolo señala nuevas vías para la integración y de particular relevancia en ocasión de esta reunión, llama su aprovechamiento de sus mecanismos para incentivar la innovación tecnológica y la modernización productiva. A este último fin es claro que la discusión sobre las nuevas tecnologías es un imperativo. Estas son, a la vez, una amenaza y una oportunidad. Son más accesibles precisamente porque son nuevas y adquieren una relevancia especial en el contexto de las nuevas tendencias de política que enfatizan el desarrollo basado en capacidades tecnológicas endógenas y en la capacidad exportadora. El grado en que las amenazas u oportunidades son las que paralizan, dependerá de la respuesta que se dé al desafío actual. Para los países Andinos éstas últimas son mayores gracias a que han podido acumular en los años pasados un importante conjunto de experiencias y conocimientos organizativos, tecnológicos e industriales. Las respuestas, por otro lado, no son sencillas a pesar de condiciones favorables. Los riesgos técnicos-económicos son elevados y deben ser minimizados mediante la intervención de mecanismos de coordinación de políticas e inversiones y mediante la introducción de sistemas de inteligencia técnico-económica y de monitoreo. No es suficiente de otro lado una política de desarrollo de capacidades tecnológicas; se requiere un cambio radical en aquellas industrias y economía global y un cambio en la actitud de los empresarios. Se deben desarrollar políticas de fomento de la calidad y la productividad; reafirmar las bases de sistema de financiamiento de desarrollo y los sistemas educativos para fomentar la creatividad y capacidad de diseño; adecuar los esquemas de compra estatal, etc.

El Profesor Aguirre indicó que se esperaba que la Reunión convocada conjuntamente con ONUDI diera respuestas a diversos interrogantes con el objeto de que los organismos comunitarios pudieran formular programas concretos con respecto a los objetivos planteados en el Protocolo Modificatorio. Finalmente agradeció a la Comunidad Económica Europea por el permanente apoyo prestado a la consecución de los objetivos de cooperación e integración que persiguen los países Andinos.

El representante de ONUDI, después de dar la bienvenida a los participantes, expresó su gratitud a las instituciones auspiciadores de la Reunión del Grupo Técnico, JUNAC, COLCIENCIAS, FEDEMETAL y la Fundación Nueva Colombia Industrial.

Luego explicó el papel jugado por la ONUDI en la promoción de la industrialización de los países en desarrollo y el énfasis que ahora se da a los programas de cooperación técnica, los cuales son apoyados por un programa de estudios e investigaciones a nivel regional y nacional, así como por sectores específicos, incluyendo la promoción del desarrollo tecnológico y la adquisición de modernas tecnologías.

También destacó los objetivos dentro de los cuales esta Reunión del Grupo Técnico fué organizada, para determinar el programa de trabajo tanto de la ONUDI, JUNAC y los propios países Andinos para promover la introducción de la automatización industrial en los países Andinos, tal como está reflejado en la ayuda de memoria preparada para esta reunión.

#### Elección de la mesa

El Grupo Técnico unánimamente eligió al Dr. Félix Moreno (Colombia) como Presidente de la Reunión; al Dr. Fernando Martínez (Venezuela) como Vicepresidente y al Dr. Ramiro Fernández (Bolivia) como Relator.

#### Orden del día, programa y organización de trabajo

El Grupo Técnico adoptó el siguiente orden del día:

- (a) Apertura de la Reunión del Grupo Técnico
- (b) Elección de Presidente, Vicepresidente y Relator del Grupo Técnico
- (c) Adopción de la orden del día y organización de trabajo
- (d) Presentación de los temas
- (e) Discusión de los temas de la Reunión
- (f) Conclusiones y recomendaciones
- (g) Aprobación del informe de la Reunión del Grupo Técnico

El programa de trabajo aprobado por la Reunión del Grupo Técnico se encuentra en el anexo II del presente informe.

#### Documentos

La lista de documentos se encuentra en el anexo III.

#### Aprobación del informe final

El informe final fué aprobado en la sesión de clausura del día 12 de marzo de 1987.

## 2. PRESENTACION DE LOS TEMAS DE DEBATE<sup>1/</sup>

Los dispositivos microelectrónicos se utilizan actualmente en casi todos los sectores económicos. Puesto que es imposible abarcar simultáneamente toda la gama de tecnologías basadas en la microelectrónica, este Grupo de Trabajo concentra su atención en un sector económico importante en el que la acción de la microelectrónica se deja sentir considerablemente. Se ha seleccionado el sector de los bienes de capital y este Grupo de Trabajo Técnico se ocupó de la repercusión en los países del Pacto Andino de la utilización y difusión de las tecnologías basadas en la microelectrónica en el sector de los bienes de capital.

Entre estas tecnologías las más importantes son:

- Las máquinas herramientas de control numérico por computadora (CNC);
- Los sistemas de diseño con ayuda de computadora (CAD);
- Los robots industriales (IR), y
- Los sistemas de fabricación flexible (FMS)

A menudo estas cuatro tecnologías se denominan en conjunto tecnologías CIM o tecnologías de automatización flexible. Son los elementos principales de la "fábrica del futuro" en la industria mecánica.

En un estudio de base sobre la situación de la industria de bienes de capital en los países en desarrollo preparado para la Segunda Consulta de la ONUDI sobre la industria de los Bienes de Capital (Estocolmo, 1985), se señala que las nuevas tecnologías, especialmente la microelectrónica, influyen en el desarrollo industrial de dos maneras: con su repercusión como un sector industrial en sí mismo y mediante la difusión de nuevas tecnologías a otros sectores de la industria. Como un sector de la industria, la fabricación de componentes y equipo microelectrónicos constituye uno de los sectores clave de la industria mundial. En consecuencia, las oportunidades que para los países en desarrollo se presentan en este sector deben estudiarse minuciosamente. Además, deben analizarse también a fondo los efectos de la introducción de estas nuevas tecnologías en diferentes sectores industriales.<sup>2/</sup>

La rápida difusión de tecnologías altamente complejas basadas principalmente en la microelectrónica y la informática influye sustancialmente en la producción de la industria de bienes de capital. Estas tecnologías no sólo tienden a ahorrar mano de obra, sino que ofrecen también otras ventajas importantes a las empresas que las aplican. Si esta difusión es más rápida en los países industrializados que en los países en desarrollo, el actual desequilibrio tecnológico aumentará, en cuyo caso es probable que la participación industrial de los países en desarrollo en la producción de bienes de capital sea incluso inferior a lo que las perspectivas actuales sugieren.<sup>3/</sup>

---

<sup>1/</sup> Este punto fue originalmente escrito en inglés y traducido al español por la Sección de Traducción de la ONUDI.

<sup>2/</sup> Véase ONUDI, Capital goods industry in developing countries: A second world wide study. Serie de Estudios Sectoriales Núm. 15, Vol. I (1985), pág. 79.

<sup>3/</sup> Ibid.

No se conoce bien qué consecuencias reales o potenciales puede tener la automatización flexible en la división internacional del trabajo y la ubicación de la producción. No obstante, hay razones para creer que en muchos casos la automatización constituye una amenaza a una mayor industrialización de los países en desarrollo, e incluso, algunas veces, a su producción actual de bienes de capital, debido a la tendencia al ahorro de factores de producción y a la reducción de los costos de las nuevas tecnologías. Por otro lado, estas tecnologías ofrecen probablemente nuevas oportunidades a los países en desarrollo, oportunidades que éstos deben tratar de aprovechar. En general, se desconoce en qué aspectos concretos las nuevas tecnologías entrañan una amenaza u ofrecen oportunidades para los países en desarrollo. La razón de ser del Grupo de Trabajo Técnico es en realidad incrementar los conocimientos sobre estas cuestiones, particularmente desde una perspectiva latinoamericana, para lo cual la ONUDI puede contribuir mucho a esta labor.

Como una base para establecer la posición y la estrategia de los países en desarrollo, es fundamental que la repercusión de las nuevas tecnologías pueda identificarse en términos muy concretos, lo que no puede hacerse a nivel general, sencillamente porque esta repercusión varía de una tecnología a otra y es diferente según los productos para cuya fabricación se utilizan.

El Acuerdo de Trabajo firmado entre el Director General de la ONUDI y el Coordinador de la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) estipula que ambas instituciones convienen en establecer un marco más sistemático para intensificar la cooperación. Se conviene también en que se tendrán en cuenta los programas sobre bienes de capital y tecnología para su aplicación en el actual bienio.

El concepto que sirve de base a este proyecto fue estudiado originalmente por la Subdivisión de Estudios Sectoriales de la ONUDI y la División de Tecnología de la JUNAC. El Jefe de esta División visitó la ONUDI en febrero y junio de 1986 y un funcionario de la Subdivisión de Estudios Sectoriales visitó la sede de la JUNAC, en Lima, entre el 29 de junio y el 2 de julio de 1986.

Además, la JUNAC ha preparado un estudio sobre la situación de la industria de bienes de capital en los países del Pacto Andino, como lo solicitara la Subdivisión de Estudios Sectoriales de la ONUDI. Este estudio se presentó como documento de base a la Tercera Reunión Regional del Grupo de Expertos sobre Bienes de Capital, organizada conjuntamente por la Subdivisión de Estudios Sectoriales de la ONUDI y la División Conjunta ONUDI/CEPAL de Industria y Tecnología. En el informe final de esta reunión se hace especial hincapié en la importancia de los nuevos avances tecnológicos en la industria de bienes de capital de los países de América Latina y se recomienda analizar los medios que han de emplearse para vigilar estos nuevos cambios tecnológicos.

Uno de los temas principales del estudio preparado por la JUNAC era la elaboración de una estrategia para la promoción de la industria de bienes de capital teniendo en cuenta la influencia de los nuevos adelantos tecnológicos, principalmente la microelectrónica. La organización de este Grupo de Trabajo Técnico debe ayudar a precisar los medios tal como se formulan en los objetivos.

En el Grupo de Trabajo Técnico se hizo una evaluación y un análisis detallados de las consecuencias de los nuevos adelantos tecnológicos para la producción de bienes de capital en los países del Pacto Andino. Entre éstas se incluyen, por ejemplo, los efectos de las diferencias de costos que tienen importancia para la división internacional del trabajo.

Sin embargo, se examinaron también cuestiones más amplias de carácter estratégico, por ejemplo, si los países del Pacto Andino deben limitar la difusión de la automatización flexible o apoyarla, y también en qué forma podrían hacerlo. Se espera que el programa que formule el Grupo de Trabajo Técnico sea útil para las estrategias de los fabricantes, para los encargados de formular las políticas nacionales y para la asistencia técnica internacional.

El objeto principal del Grupo de Trabajo Técnico era ofrecer una tribuna donde se pudiera:

(a) Analizar la repercusión de los nuevos adelantos tecnológicos en la industria metalmeccánica y formular un programa de trabajo conjunto sobre nuevos avances tecnológicos en la industria de bienes de capital. Este programa de trabajo lo desarrollarán los países miembros del Grupo Andino con el apoyo de la ONUDI y la JUNAC, para así facilitar la introducción y aplicación de la microelectrónica en las industrias de bienes de capital de los países del Pacto Andino (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela);

(b) Adquirir conocimientos acerca de los requisitos tecnológicos necesarios para impulsar el progreso técnico de la industria de bienes de capital de la subregión y lograr con ello una mejor utilización de la capacidad instalada y el aumento de la productividad;

(c) Formular conclusiones y recomendaciones a nivel de la JUNAC y de cada país, sobre el papel de las organizaciones internacionales y de los organismos pertinentes en la financiación de proyectos y de la asistencia técnica correspondiente.

2.1 Difusión de las tecnologías de automatización flexible en la industria de bienes de capital de los países industrializados: repercusiones para los países en desarrollo y sus posibles reacciones.  
Por Prof. Ch. Edquist<sup>4/</sup> (Suecia)

La actual introducción de dispositivos de automatización flexible en la industria mecánica de los países industrializados representa un descubrimiento tecnológico revolucionario. Es la transformación tecnológica más importante en el sector de los bienes de capital desde la introducción de la electricidad y la máquina de vapor. Esta revolución tecnológica se produce después de un largo período de estabilidad relativa en lo que se refiere a la tecnología de producción en dicho sector. En los próximos decenios se dejarán sentir ampliamente las consecuencias de la automatización flexible para la productividad, la organización de la producción, la competitividad y el empleo.

---

<sup>4/</sup> Este punto fue originalmente escrito en inglés y traducido al español por la Sección de Traducción de la ONUDI.

Las tecnologías más importantes basadas en la microelectrónica en el sector de los bienes de capital son:

- Las máquinas herramientas de control numérico por computadora (CNC),
- Los sistemas de diseño con ayuda de computadoras (CAD),
- Los robots industriales (IRs), y
- Los sistemas de fabricación flexible (FMS)

A menudo estas cuatro tecnologías se denominan en conjunto tecnologías CAD/CAM o tecnologías de automatización flexible. Son los elementos principales de la "fábrica del futuro" en la industria mecánica. Las primeras tres son conocidas y su descripción no es necesaria. Sin embargo, los FMS pueden adoptar muchas formas. Un módulo de fabricación flexible (FMM) está formado por una máquina herramienta CNC autónoma, un equipo de movimiento de materiales (por ejemplo, un robot o un cambiador de bandeja de carga) y algún tipo de sistema de control. Una célula de fabricación flexible (FMC) se compone generalmente de un cierto número de máquinas herramientas y de dispositivos para la manipulación de materiales. Un sistema de fabricación flexible (FMS) propiamente dicho incluye generalmente varias máquinas herramientas automatizadas, FMM y FMC. Estas van unidas por un sistema automático de circulación de piezas, que permite el maquinado simultáneo de piezas diferentes que pasan por el sistema a lo largo de rutas también diferentes.<sup>5/</sup>

Dicha transformación tecnológica se está produciendo principalmente en los países de la OCDE. Sin embargo, las cuatro tecnologías enumeradas previamente se están difundiendo también en los países en desarrollo más adelantados, aunque a un ritmo más lento.

En los países industrializados el proceso de automatización ha reducido el insumo de mano de obra por unidad de producción y, con ello, a menudo el costo total de producción. La tendencia a la economía de factores difiere entre las cuatro tecnologías. En algunos casos, las tecnologías de automatización pueden incluso economizar capital. Los sistemas CNC y CAD pueden ahorrar también conocimientos especializados. Las máquinas herramientas CNC ahorran mano de obra calificada, por ejemplo, operadores de máquinas herramientas convencionales, pero en cambio se necesitan otros conocimientos especializados: capacidad para programar, ajustar, mantener y reparar las máquinas herramientas CNC. (La labor de reparación y mantenimiento se ha hecho más compleja, pero al mismo tiempo puede haber disminuído la cantidad de trabajo de reparación y mantenimiento por unidad de producción ya que una máquina CNC reemplaza a varias máquinas herramientas convencionales.) El soporte lógico (software) CAD contiene conocimientos acumulados. Al mismo tiempo se requieren nuevas calificaciones para hacer funcionar, mantener y reparar las unidades CAD. De aquí que estas tecnologías

---

<sup>5/</sup> Lo que sigue se basa en parte en un libro de Charles Edquist y Staffan Jacobsson que aparecerá próximamente. Su título es Flexible Automation in the Engineering Industry of OECD and Third World Countries, y se publicará en el curso del año 1987. En la presentación se incluyeron un gran número de cuadros sobre la difusión de técnicas de automatización flexible contenidas en ese libro, pero no se reproducen en este resumen.

ahorran algunos conocimientos, pero en cambio exigen otros. Con todo, en general, tanto las CNC como las CAD economizan conocimientos especializados, en el sentido de que reducen la cuantía de calificaciones necesarias por unidad de producción.

La citada transformación tecnológica tiene evidentemente consecuencias importantes en la mayoría de los países en desarrollo, puesto que son parte del mismo sistema tecnoeconómico internacional que los países de la OCDE. (Por supuesto, esto incluye también a los países en desarrollo en que las tecnologías de automatización flexible no se han difundido en absoluto y que también resultarán afectados.) Esa transformación tecnológica influye desde luego en la disparidad tecnológica entre los países desarrollados y los países en desarrollo, así como en la magnitud y la estructura de los costos de producción en diversos tipos de países. Por consiguiente, tiene también consecuencias para la competitividad relativa de las empresas en diferentes países, para la división internacional del trabajo, la subcontratación y otros aspectos de la ubicación internacional de la producción. Es también dentro del contexto tecnoeconómico internacional mencionado que los países en desarrollo tienen que formular sus políticas industriales y tecnológicas.

Las tecnologías de automatización basadas en la electrónica no se han difundido en los países en desarrollo en la misma medida que en los países de la OCDE, y su difusión se ha limitado sobre todo a los países en desarrollo más adelantados. Sin embargo, hay ciertas diferencias entre las cuatro tecnologías. La CNC es la que más se ha difundido en los países de reciente industrialización (PRI). A pesar de ello, el aumento de las inversiones en máquinas herramientas CNC en estos países no es suficientemente grande como para alcanzar a los países de la OCDE. En los países en desarrollo la difusión de los robots industriales ha sido muy limitada debido en parte a que éstos ahorran principalmente mano de obra no calificada y al mismo tiempo exigen nuevos conocimientos técnicos. En los países en desarrollo prácticamente no existen sistemas de fabricación flexible, debido especialmente a que se trata de una tecnología no madura y muy compleja. Los sistemas CAD se han difundido en los países en desarrollo más adelantados. Sin embargo, el CAD tiene grandes posibilidades de difundirse bastante rápidamente en los países en desarrollo gracias a la muy reciente y muy importante disminución de su costo, que se debe en buena parte a la aparición de sistemas CAD basados en la computadora personal. (En algunos países en desarrollo por unos pocos dólares pueden comprarse reproducciones de soportes lógicos CAD para computadoras personales.) Los países en desarrollo tal vez puedan utilizar los sistemas CAD para saltar etapas en el proceso del diseño, ya que el soporte lógico CAD abarca experiencia acumulada de diseño y dibujo industrial. Esa experiencia no es actualmente muy común en la mayoría de los países en desarrollo, como puede apreciarse por su gran dependencia de licencias técnicas extranjeras.

No obstante, los conocimientos son inadecuados y, por ejemplo, se ignoran las consecuencias reales o potenciales de la automatización flexible en la división internacional del trabajo y la ubicación de la producción. Con todo, hay razones para creer que en muchos casos, la automatización constituye una amenaza a una mayor industrialización de los países en desarrollo e incluso, algunas veces, a su producción actual de bienes de capital debido a la reducción de los costos de las nuevas tecnologías. Sin embargo, en otros

casos estas tecnologías ofrecen probablemente nuevas oportunidades a los países en desarrollo, que éstos deben tratar de aprovechar. La utilización, antes mencionada, del CAD sobre la base de las computadoras personales es un ejemplo de tal oportunidad. En general, se desconoce en qué aspectos concretos las nuevas tecnologías entrañan una amenaza ni ofrecen oportunidades para los países en desarrollo. Por este motivo es necesario efectuar investigaciones. Puesto que esta repercusión varía de una a otra de las cuatro técnicas y es diferente según los productos para cuya fabricación se utilizan, la investigación debe referirse específicamente a determinados productos. Los estudios deben girar en torno de las consecuencias económicas de la automatización flexible en la fabricación de determinados productos de la industria mecánica en diversos tipos de países en desarrollo así como en países industrializados, es decir, deben incluir un análisis del contexto tecnoeconómico mundial.<sup>6/</sup> Tales estudios sobre productos concretos arrojarían luz sobre las cuestiones antes planteadas (amenazas, oportunidades, costos de producción, competitividad relativa, subcontratación, etc.). Por ello, representarían una base para la adopción de decisiones acerca de los productos y grupos de productos cuya fabricación podrían y deberían evitar los países en desarrollo y que, por consiguiente, deberían seguir importando. Los estudios podrían determinar también qué asistencia deberían recibir las empresas de los gobiernos y de las organizaciones internacionales.

Actualmente, los países más adelantados de la OCDE dedican entre el 40 y el 60 por ciento del total de sus inversiones en máquinas herramientas a las de control numérico por computadora. En muchas empresas las máquinas herramientas convencionales ya ni siquiera se consideran una alternativa. Hay varias razones por las que las máquinas herramientas CNC ofrecen ventajas en comparación con las convencionales (productividad, flexibilidad, exactitud, tiempo de preparación, etc.). Otra es el hecho, antes mencionado, de que cuando se utilizan máquinas herramientas CNC se necesitan menos conocimientos especializados por unidad de producción que cuando se emplean máquinas herramientas convencionales. Esto da mayor peso a los argumentos en favor de la utilización de máquinas herramientas CNC en los países en desarrollo, ya que en la mayoría de los países del Tercer Mundo hay escasez de personal calificado. Por estos motivos, muchas empresas de los países en desarrollo tienen gran interés en utilizar las máquinas CNC.

Los países del Pacto Andino no tienen actualmente razón alguna para comenzar a producir tecnologías de automatización flexible. Por otra parte, los argumentos antes expuestos significan que los gobiernos de estos países deberían apoyar y facilitar la utilización y difusión en ellos de máquinas herramientas CNC y de sistemas CAD. (La otra posibilidad es especializarse

---

6/ El Profesor Edquist preparó un programa de estudios en este sentido para la Subdivisión de Estudios Sectoriales de la ONUDI, en marzo de 1986: "The Impact on Developing Countries of Flexible Automation in the Capital Goods Industry", Viena, 25 de marzo de 1986. Véase el documento de antecedentes número 4 en la lista de documentos.

en producir artículos que no estén afectados por la automatización flexible.) Sin embargo, hay también obstáculos importantes a la difusión de las tecnologías de automatización flexible en los países en desarrollo.<sup>7/</sup>

Un portador social de una técnica es una entidad social que elige y aplica una técnica; "la transporta" a la sociedad. Se define de la forma siguiente. Para que una determinada técnica sea elegida y aplicada en una situación o contexto concreto, la técnica debe, por supuesto, existir realmente en algún lugar del mundo, es decir, debe estar "disponible". Pero deben satisfacerse también otras condiciones:

- (a) Debe existir una entidad social que tenga un interés subjetivo en elegir y aplicar la técnica;
- (b) Esta entidad debe estar organizada de modo que pueda adoptar una decisión y pueda también organizar la utilización adecuada de la técnica;
- (c) Debe tener el poder social, económico y político necesario para materializar su interés, es decir, para poder aplicar la técnica elegida;
- (d) La entidad social debe disponer de información acerca de la existencia de la técnica y de otras funcionalmente semejantes;
- (e) La entidad social debe tener acceso a la técnica de que se trata; y
- (f) Finalmente, debe tener -o ser capaz de adquirir- los conocimientos necesarios acerca de la manera de manejar la técnica, es decir, hacerla funcionar, mantenerla y corregirla.

Si se satisfacen las seis condiciones antes enumeradas, la entidad social es el portador social de una técnica. El portador puede ser, por ejemplo, una empresa privada, una cooperativa agrícola o un organismo gubernamental. Para poder ser elegida y aplicada, toda técnica debe tener un portador social. Si las seis condiciones se cumplen simultáneamente, la técnica se introducirá y utilizará efectivamente. En otros términos, las seis condiciones son no sólo necesarias, sino que, en conjunto, son suficientes para que la aplicación se haga realidad.

Los portadores sociales pueden no tener ningún interés en la automatización flexible. En una economía de mercado, esto significa normalmente que no ven ninguna posibilidad de aumentar los beneficios mediante la automatización, lo que a menudo guarda relación con los precios de los factores relativos. Por ejemplo, como en los países en desarrollo la mano de obra no calificada es barata, las empresas pueden no tener ningún interés pecuniario en introducir robots. Si este interés no existe, no habrá, por supuesto, automatización.

---

<sup>7/</sup> El examen que sigue de esos obstáculos se basa en el concepto de "portadores sociales de técnicas", utilizado previamente por Charles Edquist en Capitalism, Socialism and Technology - a comparative study of Cuba and Jamaica, Zed Books, Londres, 1985.

La introducción de la automatización flexible puede requerir cambios considerables en la organización de la producción, lo que es especialmente cierto en el caso de los sistemas de fabricación flexible. Por consiguiente, la rigidez de la organización o de la gestión puede constituir un obstáculo importante para la difusión.

La falta de capacidad de los interesados para introducir dispositivos de automatización flexible puede ser el resultado de restricciones establecidas por el gobierno o de resistencia de los sindicatos. Por lo tanto, la actitud del gobierno frente a las nuevas tecnologías y la participación de los sindicatos y los obreros en el proceso de cambio técnico son muy importantes en este contexto. La manera más eficaz de superar la resistencia sindical es tratar de mantener la tasa general de desempleo en un nivel bajo y crear mecanismos para colocar a los trabajadores desplazados en nuevos empleos, tal vez después de darles una nueva formación.

La falta de información es un obstáculo importante para la difusión de la automatización flexible en los países en desarrollo. Con frecuencia los usuarios no disponen de información suficiente acerca de las nuevas tecnologías y de las supuestas ventajas de su utilización. Esto es particularmente cierto tratándose de empresas pequeñas y medianas. Los gobiernos y las organizaciones internacionales pueden intervenir en diversas formas para facilitar la difusión de informaciones acerca de las máquinas herramientas CNC y sus ventajas. Por ejemplo, pueden establecerse sistemas de información y ofrecerse servicios de demostración.

La falta de acceso a las tecnologías de automatización flexible puede tener su origen en limitaciones financieras, restricciones a la importación y restricciones de carácter político. Se plantea un problema especial de acceso cuando en los países en desarrollo pequeño se fomenta la producción nacional de tecnologías de automatización flexible mediante restricciones a la importación o aplicando otros instrumentos normativos. Si no es posible alcanzar una escala mínima de eficiencia de la producción, el resultado puede ser un costo muy elevado de las máquinas, lo que retrasa considerablemente su difusión. Los gobiernos pueden también facilitar el acceso, proporcionando, por ejemplo, créditos o disponiendo el arrendamiento con opción de compra de la maquinaria.

La falta de conocimientos es probablemente el obstáculo más importante con que tropieza la difusión de las tecnologías de automatización flexible en los países en desarrollo. Se trata de conocimientos acerca de como

- Aplicar,
- Hacer funcionar,
- Mantener y
- Corregir

las tecnologías. Estos obstáculos pueden superarse en cierta medida con el asesoramiento de consultores y con programas de capacitación. Los consultores son muy útiles en la fase de aplicación. Para las demás etapas es necesaria la capacitación. El hecho de que se requiera capacitación, a pesar de que el uso de las máquinas herramientas CNC permite economizar ciertos conocimientos técnicos se explica por la necesidad de adquirir nuevos tipos de

calificaciones para utilizar máquinas herramientas CNC, en particular conocimientos para ajustarlas y programarlas. Esta necesidad es incluso más marcada tratándose de robots y de sistemas de fabricación flexible.

Con todo, los obstáculos a la difusión de las tecnologías de automatización flexible pueden deberse también a la inexistencia de agentes nacionales de producción suficientemente poderosos. Tales agentes pueden ser empresas privadas nacionales, empresas públicas o cooperativas; la forma no tiene importancia. Sin embargo, no puede confiarse esencialmente en filiales de empresas transnacionales, porque simplemente no tienen ningún interés en crear una capacidad tecnológica en los países en desarrollo. Si contribuyen a crear cierta capacidad tecnológica, este resultado es sólo un subproducto de su interés por aprovechar el mercado, la mano de obra o las materias primas del país en desarrollo, a fin de generar beneficios para la empresa transnacional en su conjunto.

No es posible juzgar en términos absolutos si los agentes nacionales son "suficientemente poderosos". Esta condición debe evaluarse en relación con agentes externos de producción, por ejemplo, las filiales de empresas transnacionales. Estas últimas son siempre "poderosas" en el contexto de un país en desarrollo. De aquí que, si se acepta a todos los inversionistas extranjeros interesados -y se les da incluso subsidios y otros incentivos- no quedarán oportunidades de inversión rentables para los agentes nacionales, lo que impedirá la creación de grupos poderosos de estos agentes. Por consiguiente, no se debe permitir que los inversionistas extranjeros directos se apoderen de todas las oportunidades de inversión, o de la mayoría de ellas. Históricamente, el Japón y la República de Corea mantuvieron una actitud restrictiva en lo que se refería a la aceptación de las inversiones extranjeras directas. El Brasil está siguiendo, a mediados del decenio de 1980, una política semejante en relación con la industria de la informática.

No obstante, una política restrictiva en materia de inversiones extranjeras directas no excluye la importación de tecnología por parte de los países en desarrollo. Por el contrario, los agentes nacionales de producción deben depender en mayor o menor grado de la tecnología extranjera, al menos en los sectores de la industria tecnológicamente adelantados. La restricción de las inversiones extranjeras directas en los países en desarrollo no significa que estos países deben tratar de reinventar la microplaqueta (chip). El hecho de conservar dentro del país la facultad de tomar decisiones puede combinarse con la importación de tecnología mediante licencias, empresas conjuntas, migración, etc. Además, a la larga, los agentes nacionales deben alcanzar la competitividad internacional en cuanto a calidad y costo de producción. El argumento de la industria incipiente no implica la aceptación de industrias incipientes permanentes. Significa que las empresas nacionales serán protegidas -por ejemplo, mediante políticas gubernamentales- contra la competencia del mercado mundial, pero sólo por un plazo limitado. Por ello, cuando se han creado agentes nacionales y éstos son suficientemente poderosos, el Estado debe obligarlos a ser eficientes y una manera de lograrlo es abrir el país, de manera gradual y planificada, a la competencia extranjera.

A fin de evitar la creación de industrias incipientes permanentemente gravosas, la protección contra la competencia mundial no debe significar una desviación excesivamente grande o excesivamente dilatada de las normas imperantes en el mercado internacional.

**2.2 Posibilidades de la pequeña y mediana industria metalmeccánica en el empleo de nuevas tecnologías de información. Por Sr. K.H. Plätzer (R. F. de Alemania)**

El Sr. Plätzer presentó una descripción de su documento previsto a ser publicado por ONUDI.

El objetivo de este estudio fué el de analizar la conveniencia y tal vez necesidad de introducir las nuevas tecnologías de sistemas informáticos a nivel empresarial, comunmente denominados con las siglas "Computer-Aided" (CA), en la industria mediana y pequeña en países en vías de desarrollo. Asimismo se dirige a determinar el potencial de sus aplicaciones y el impacto sobre la expansión de la base industrial.

El documento hace una breve descripción de la industria de bienes de capital en los países industrializados y de las características estructurales y de intercambio comercial. Se tratan también aspectos de este sector industrial en algunos países en vías de desarrollo, poniendo mayor énfasis sobre los ejemplos seleccionados, India y la República de Corea. De la comparación de los países tratados se desarrollan posteriormente los requisitos políticos y de promoción para una expansión de la industria mediana y pequeña en países en vías de desarrollo. Asimismo el estudio presenta un sistema esquematizado de las tecnologías CA y una descripción de las aplicaciones específicas en las diferentes áreas técnicas de una empresa. En seguida se analiza la incidencia de estas tecnologías para de allí elaborar opciones estratégicas y el ámbito político industrial y de promoción industrial necesario para la apertura de la industria mediana y pequeña en países en vías de desarrollo. Nuevamente se señalaron los ejemplos de la India y de la República de Corea para analizar el impacto de medidas políticas, de promoción y de apoyo tecnológico sobre el avance de la industria mediana y pequeña. De allí se deducen directamente las recomendaciones en áreas específicas para la expansión de la base industrial en el área de la pequeña y mediana empresa en el sector de bienes de capital

En cuanto a la estructura del sector de bienes de capital en los países industrializados con economía de mercado, sobresalen las empresas pequeñas y medianas teniendo empresas de más de 500 empleados una participación de menos de 10 por ciento del total de establecimientos industriales. Esta industria mediana y pequeña se caracteriza, entre otras, por el alto grado de especialización en la producción y por los sistemas de cooperación inter-industrial, sobre todo de sub-contratación o complementación de la producción. En cuanto a automatización del proceso productivo indica que ésta se realizó en los años pasados sobre todo en el área de producción en masa mientras que en el futuro se concentrará sobre la producción en lote y producción sobre pedido. Este desarrollo conducirá a un aumento considerable de la productividad en esta área y una reducción de los costos de producción.

La base para estos avances de productividad forman las innovaciones tecnológicas siendo posibles a causa de la divulgación rápida de sistemas de Computer Aided Design (CAD) y Computer Aided Manufacturing (CAM) y su introducción creciente en la industria mediana y pequeña en los países industrializados.

La utilización de computadoras en aplicaciones específicas en las empresas ya es de tradición. Ejemplos de aplicación tradicional son control de finanzas, planificación, preparación de trabajos, control de almacenaje y, en cuanto a producción, máquinas herramientas de control numérico computarizado (CNCMT), etc. Todas estas aplicaciones eran generalmente en base a programas especiales para cada caso sin mucha interrelación (a excepción de empresas grandes). El desarrollo de la microelectrónica y la introducción de microcomputadores al mercado causó una reducción considerable del precio de las computadoras en más que el factor 10 en un lapso de aproximadamente ocho años. Esta disminución del precio cambió fuertemente la rentabilidad de la aplicación de las computadoras y por la inversión relativamente baja provocó una rápida divulgación de estos sistemas en la industria mediana y pequeña en los países industrializados y en los países en vías de desarrollo más avanzados.

Paralelamente se vió la necesidad de interrelación de los diferentes sistemas y programas de computación a nivel de empresa aplicadora. De allí originó un desarrollo rápido de software para facilitar la intercomunicación. En cuanto al área técnica y tecnológica de empresas se vió la necesidad de combinar los programas complementarios. La falta de normas técnicas y la multitud de programas diferentes existentes presentaron problemas de compatibilidad, tanto de "hardware" como de "software" de los sistemas, lo que gradualmente se está reduciendo.

En los países industrializados la aplicación de CAD y CAM en la producción se realiza en áreas donde estos sistemas contribuyen a un incremento de la flexibilidad de operaciones (para reducir tiempos de entrega y mejor servicio a la clientela) y/o un incremento de la productividad que conduce a una reducción de costos de producción. Todavía son más frecuentes sistemas aislados, pero últimamente avanzan con rapidez sistemas integrados. Los sistemas aislados utilizan distintos bancos de datos confeccionados según requerimientos de la empresa mientras que los sistemas integrados se basan en un banco de datos central en una computadora grande. En cuanto a industrias medianas y pequeñas en países en vías de desarrollo entra otro factor decisivo para la aplicación de sistemas CAD/CAM: hacen posible la manufactura de productos de alta complejidad tecnológica y de alta calidad basándose en "software" para CAD y CAM importada y luego permiten la construcción propia de nuevos productos utilizando las bases de computación instaladas. Parece muy adecuado para la mayor parte de las empresas del Grupo Andino comenzar por centros de maquinación con software específico para una gama de producción seleccionada y luego utilizar sistemas CAD para introducir productos nuevos y propios.

Las ventajas económicas de CAD son considerables, sobre todo en empresas con productos que se elaboran en lotes pequeños sobre pedido específico del cliente. Las ventajas se ven sobre todo cuando se trata de introducir variantes de productos ya manufacturados anteriormente o de fabricar productos similares a los ya existentes. Se reduce considerablemente el plazo necesario para innovaciones tecnológicas y los tiempos desde recibir un pedido y suministro del producto elaborado. Un análisis de sistemas recientemente instalados dan un plazo de amortización de la inversión entre 2 y 3 años. Las ventajas económicas son más altas, sin embargo, cuando se aplica CAD con las demás técnicas CA.

A principio de la década de los ochenta se estimaba que la técnica CAD se podría realizar aplicando microcomputadores. Desde 1983, sin embargo, están avanzando rápidamente las aplicaciones de PC para CAD debido a la alta capacidad de trabajo de estos sistemas de computación, la gran versatilidad de equipos periféricos y el desarrollo extremadamente rápido de software correspondiente.

Llegando a la formulación de opciones estratégicas y políticas se da aún una breve descripción de los ejemplos de países en vías de desarrollo, la República de Corea y la India.

A principios de la década corriente, cuando también la República de Corea tenía dificultadas económicas a causa de la situación económica mundial, y en vista del desbalance entre industria grande por un lado y la industria mediana y pequeña por otro lado, el gobierno incrementó el apoyo a la promoción de la pequeña industria. Después de un análisis detallado de la situación existente en 1982 se hizo un reajuste de todos los programas para la pequeña industria con el fin de lograr un crecimiento económico adicional que la industria grande en este momento no podía garantizar. Todos los programas revisados y nuevos se combinaron bajo el tema central "Avance Tecnológico". Las medidas políticas emprendidas en este contexto a favor de la industria pequeña y mediana se dirigieron principalmente a las áreas siguientes:

- Mejoramiento del poder competitivo
- Identificación y desarrollo de industrias medianas y pequeñas con alto potencial de crecimiento
- Programas específicos para mejorar la calidad de los productos manufacturados
- Expansión de programas cooperativos
- Expansión de la base industrial
- Desarrollo de programas de producción de partes y piezas
- Fortalecimiento de los sistemas de apoyo para la industria pequeña
- Promoción de la internacionalización
- Aumento de las exportaciones
- Fortalecimiento de la cooperación internacional
- Mejoramiento del diseño de productos
- Promoción de la capacidad de innovación técnica
- Aumento del apoyo del desarrollo tecnológico y de la aplicación comercial de tecnologías nuevas
- Extensión de los programas de capacitación y de apoyo gerencial
- Estabilización de las perspectivas de negocio
- Fortalecimiento de las funciones de las asociaciones cooperativas de la empresa
- Promoción de programas de cooperación entre empresas pequeñas y de apoyo mutuo
- Promoción de la diseminación regional de industrias
- Aumento de las inversiones y simultáneamente expansión del sistema de ventajas de gravámenes fiscales
- Asistencia económica
- Apoyo financiero
- Incentivos fiscales.

Aparte de este concepto de medidas políticas, el gobierno dispuso el otorgamiento de créditos de la banca del país de tal forma que el 35 por ciento de todos los créditos a industrias debían ser concedidos a la industria pequeña y mediana. El gobierno estableció en 1981 metas de desarrollo de la industria pequeña previendo el aumento del valor agregado de 9.4 por ciento, del empleo de 6.6 por ciento y de las exportaciones de 12.5 por ciento por año hasta 1991.

De la red de instituciones de asistencia y de otra índole para la industria pequeña cabe mencionar la "Korean Federation of Small Business". Sobresalen tres aspectos en la estructura y el trabajo de esta asociación: primera, el aspecto de auto-gestión y la participación activa en el trabajo de los miembros; segundo, el diálogo continuo entre entidades gubernamentales resultando en leyes y decretos en favor de la pequeña industria y en la expansión de la subcontratación; y tercero, la contribución anual del gobierno al presupuesto de esta institución. A principios de la década corriente esta contribución era por encima del 60 por ciento del presupuesto global, y actualmente es alrededor del 45 por ciento continuando la tendencia de disminución progresiva acordada entre ambas partes.

Para las relaciones inter-industriales se creó el "Sistemization Promotion Council" que se instaló en la Federación Coreana de la Pequeña Empresa. Este Consejo tiene como objetivo coordinar entre empresas grandes y pequeñas, resolver diferencias y pleitos entre ambas partes, examinar trimestralmente el avance de las transacciones de negocios así como tratar y proponer resoluciones para problemas de sistematización de la cooperación entre industrias. Al mismo tiempo hace un listado de productos aptos para subcontratación y reservados para la empresa pequeña. La industria participa activamente en estos trabajos.

Los resultados de los primeros 4 años de operación son impresionantes. El número de productos reservados para la pequeña industria aumentó 25 veces, el número de compañías compradoras 9 veces y el de las empresas sub-contratadas 12 veces. La comparación entre los dos últimos factores demuestra que la subcontratación de empresas pequeñas aumentó aún más que las empresas compradoras participando en la sistematización. Resulta además que en 1979, se constató que 157 empresas pequeñas han podido vender 41 productos, es decir aproximadamente 1,9 compañías por producto. Indica entre otros que la especialización condujo a una reducción de la competencia.

Durante el establecimiento de la base industrial de India, sobre todo la industria pesada, la producción local de repuestos llegó a ser un requerimiento fundamental. Estos repuestos en muchos casos fueron manufacturados por unas pocas empresas pequeñas que pronto se llamaron "ancillaries" (empresas auxiliares o subordinadas) a las empresas compradoras grandes.

El sistema de empresa auxiliar o subordinada consiste de una estrecha relación entre empresa grande y empresa pequeña que en la práctica casi opera como un departamento de la empresa que también suministra los diseños de los productos.

Los contratos de cooperación generalmente son de largo plazo, p.e. de 5 años. Durante este tiempo la empresa pequeña tiene ventas aseguradas lo que condujo en la práctica a una cierta negligencia de desarrollar otros mercados (permitidos bajo el sistema hasta el 50 por ciento de las ventas) o de mejorar la calidad del producto. En realidad, el sistema se aplica sobre todo para partes y componentes de baja complejidad tecnológica. Sin embargo, el requerimiento de asistencia técnica a ser otorgada por la empresa grande es generalmente alto.

Una empresa auxiliar o subordinada se distingue técnicamente de una empresa pequeña en India como sigue:

- Otorgamiento de asistencia técnica y gerencial
- Suministro de materias primas o componentes críticas siempre que fuese necesario
- Mercado de venta asegurado de por lo menos la mitad de la producción
- Fijación de precios de venta permitiendo márgenes razonables para el capital involucrado.

Debido a esta protección en cuanto a ventas aseguradas por la empresa grande, las actividades de desarrollar nuevos productos o abrir nuevos mercados son muy escasas por parte de la empresa auxiliar o subordinada. Este tipo de empresa es entonces completamente dependiente de la empresa grande y queda sin preparación a cambios tecnológicos. En realidad, hay pocos ejemplos de buen funcionamiento de este sistema en áreas de producción de cambios rápidos de tecnología.

#### Algunas consideraciones básicas sobre opciones estratégicas y políticas

El avance de la aplicación de la microelectrónica en los países industrializados tendrá como consecuencia la reducción de costos de producción, y una influencia considerable sobre el intercambio comercial con los países en vías de desarrollo que no reaccionen a este avance. Este impacto será más pronunciado sobre los países en vías de desarrollo más avanzados. Una protección arancelaria del orden necesario parece poco realista. Al mismo tiempo es poco realista para los países en vías de desarrollo más avanzados (con la excepción de la República de Corea) de disponer de la capacidad financiera y humana para estar en la primera fila de avance tecnológico durante los próximos 10 años.

Debido al alto costo de inversión requerida (en términos absolutos y por puesto de trabajo) y el exceso de capacidad de producción existente a nivel mundial será económicamente difícil de justificar una producción de chips de alto grado de integración en la mayor parte de los países. Cabe mencionar que los chips representan aproximadamente el 5 por ciento del valor de sistemas de computación.

Parece más recomendable y de cierta forma necesario entrar en la concepción y producción de sistemas de aplicación de la microelectrónica. En este campo hay, al igual que en la producción de bienes de capital, sobre todo de partes, piezas y componentes grandes, posibilidades de desarrollar una

industria pequeña nueva que se caracterice por su alto avance tecnológico, su alta capacidad innovativa y una composición de fuerza de trabajo conformada sobre todo de graduados académicos y técnicos.

La estrategia de política industrial requerida debería ser orientada a crear un ambiente de inversión atractivo, de reforzar los recursos humanos (también en la industria mediana y pequeña existente) por medio de programas de capacitación dirigidos hacia actividades empresariales en campos tecnológicos específicos. Sería necesario además de establecer bancos de datos específicos, tal vez centralizados, dando acceso al nuevo tipo de empresa pequeña. Tal estrategia requiere entonces en paquete de políticas:

- Una política macro-económica comprendiendo el desarrollo de recursos humanos, la expansión de la base industrial, y la creación de un ambiente favorable para el pequeño inversionista y la toma de riesgo de inversión así como de comercio exterior.
- Prioridades claras y continuas formuladas por el gobierno y dirigidas al sector privado.
- Una política industrial favorable a la expansión de los enlaces inter-industriales (cooperación, sub-contratación, complementación).
- Programas de apoyo de instituciones científicas, técnicas y financieras.

Los países industrializados y, como se observó a manera de ejemplo, la República de Corea, siguen con éxito estrategias de esta índole.

#### Orientación de políticas de promoción

El caso de la República de Corea, que generalmente se orienta por las experiencias del Japón, demuestra que una gama de medidas específicas de promoción del avance tecnológico de la industria pequeña y mediana puede profundamente mejorar su posición del valor agregado industrial conllevando a un aumento del empleo. Puntos centrales de medidas de promoción son:

- Mejoramiento del acceso de crédito para la industria mediana y pequeña.
- Mejoramiento del acceso a información tecnológica y apoyo en áreas técnicas, sobre todo en cuanto a productos nuevos.
- Programas financieros para la innovación tecnológica y para empresas en proceso de creación en áreas de tecnologías avanzadas.
- Promoción de subcontratación y establecimiento de reglas de juego para proteger las empresas subcontratadas (p.e. otorgamiento de avales para el pago de productos subcontratados).
- Incentivos a empresas grandes para la subcontratación.
- Apoyo financiero para organizaciones de autogestión de la industria mediana y pequeña.

- Programas educativos de capacitación.

Un área que puede contribuir mucho al desarrollo de la empresa mediana y pequeña es el de la política de compras del estado. Varios países (p.e. Estados Unidos, Japón y República de Corea) dan preferencias a ofertas de suministro que incluyen la subcontratación de empresas pequeñas.

Estrechamente ligado con la promoción de empresas pequeñas y medianas es la expansión de la base científica y tecnológica de un país. Esta capacidad representa primero un requerimiento básico para hacer posible la entrada en áreas tecnológicas nuevas y segundo debería formar una base para el "spin-off" de empresas pequeñas nuevas (p.e. en el área de elaboración de software).

#### Requerimientos de apoyo a empresas nuevas

El objetivo principal de la promoción de empresas nuevas en áreas de tecnología avanzada debería ser de reforzar los recursos internos de estas empresas en lugar de establecer sistemas de protección, a veces exagerados. Este tipo de empresa nueva requiere otras medidas de apoyo que la empresa pequeña tradicional. Mientras el último necesita primordialmente asistencia técnica para mejorar su situación económica y técnica, el primero requiere sobre todo guía en la fase de pre-inversión, apoyo en el desarrollo de recursos humanos, apoyo logístico en el desarrollo de la tecnología nueva y suministro de capital de riesgo para el comienzo de la operación empresarial. Se puede asumir que la empresa pequeña nueva es capaz de resolver los problemas de gerencia o por ellas mismas o por contratación de expertos ajenos a la empresa (p.e. en contabilidad, estudios de mercado, acceso a tecnología, instituciones de capacitación). Por ende, los requerimientos de base para estas empresa son:

- Desarrollo de recursos humanos.
- Existencia de un ambiente favorable para la creación de la empresa.
- Apoyo logístico y acceso a informaciones sobre el avance tecnológico en su área.
- Acceso a bancos de datos actualizados.
- Existencia de fuentes de capital de riesgo.
- Existencia de buen ambiente político y legal.
- Acceso a infraestructura industrial.

Concluyendo se puede resumir que las industrias medianas y pequeñas de bienes de capital en los países industrializados contribuyen sustancialmente al valor agregado de este sector. Esto se debe al alto grado de especialización tecnológica de estas empresas y los sistemas de intercambio comercial basado en varias formas de cooperación inter-industrial, sobre todo la subcontratación. La industria pequeña generalmente es independiente debido a que en la mayoría de casos tiene varios clientes para sus productos. La especialización de las empresas pequeñas condujo en muchos casos a una reducción de la competencia entre estas empresas.

En los países en vías de desarrollo la situación es generalmente diferente. Aquí las empresas medianas y pequeñas manufacturan una gama de productos relativamente pequeña lo que causa una alta competencia entre las empresas mismas.

Los productos se caracterizan por una complejidad tecnológica relativamente baja. Para entrar en la manufactura de productos más complejos les falta a las empresas pequeñas la capacidad de personal calificado (ingenieros, técnicos) y el acceso a información tecnológica.

Desde el principio de la década actual el sistema de ingeniería (diseño, construcción) y de la producción de la industria de bienes de capital en los países industrializados se encuentra en una fase de innovación rápida. Esta innovación tecnológica se debe al avance de nuevos instrumentos de trabajo, es decir sistemas de computación y de software correspondiente. Los sistemas CAD y CAM, conjuntamente con la automatización de la planificación de la producción, una reducción considerable del diseño de productos nuevos conducirán a una reducción igualmente considerable del costo de producción. Esta tecnología está entrando fuertemente en las industrias medianas y pequeñas ya que las microcomputadoras tienen capacidades de trabajo conocidas anteriormente a un precio relativamente alto.

Este desarrollo tecnológico tendrá efectos profundos sobre el intercambio comercial internacional, debido a una reducción de precios de productos a manufacturarse en el futuro. Se puede esperar que el impacto de este desarrollo será mayor para los países en vías de desarrollo más avanzados que para los de menor desarrollo. Se debe preguntar para estos países, como reaccionar frente a este desarrollo? Una política proteccionista exagerada puede excluirse desde el principio debido a que los precios de los bienes de capital influyen sobre los costos de producción de toda la economía. Evidentemente habrá que emprender políticas de introducción rápida de estas tecnologías avanzadas.

Conjuntamente con las máquinas herramientas de control numérico por computadora, cuyos precios también disfrutaron del nuevo desarrollo tecnológico, se abren nuevas áreas de producción para los países en vías de desarrollo adaptando una política de introducción de las tecnologías nuevas. Los nuevos instrumentos de diseño de productos permiten la construcción de productos tecnológicamente avanzados y la nueva flexibilidad de centros de maquinado permiten la producción en lotes pequeños de productos de alta calidad (en la producción futura se reduce la importancia del factor de calificación humana y su influencia sobre la calidad del producto) a precios relativamente bajos. Este desarrollo tendrá efectos profundos sobre el empleo. A mediano plazo el impacto sobre el empleo en países en vías de desarrollo puede ser bien positivo: primero, se abrirán nuevos puestos para graduados académicos en ingeniería e informática y segundo, con la expansión de la base industrial hacia productos anteriormente importados, en el empleo en general.

Para la industria mediana y pequeña se abrirán nuevos campos de actividades. Al mismo tiempo aumentará el potencial para nuevas empresas pequeñas en la elaboración de software que todavía es muy intensivo de mano de obra de alta calidad. Sin embargo, para llegar a una expansión de la industria mediana y pequeña habrá que analizar el contexto de la política

industrial y de la integración de la industria mediana y pequeña en el sistema productivo del país. Un ejemplo de la política industrial específicamente dirigida al desarrollo de este ramo industrial todavía deficiente frente a la industria grande. Basándose en las condiciones específicas de cada país, se recomienda de analizar bajo el objetivo de "avance tecnológico" las áreas distintas de política industrial, sobre todo para la industria mediana y pequeña, de promoción y de instituciones y programas de apoyo. De importancia sobresalen el área de creación de un ambiente de negocio favorable; la promoción de enlaces inter-industriales, sobre todo de la subcontratación; y el apoyo a científicos e ingenieros jóvenes trabajando en áreas de tecnología con miras a la creación de una empresa nueva. Cabe mencionar que se requiere un amplio acceso a información tecnológica tanto en el área de software como en el área de base de ingeniería, es decir, bancos de datos sobre las normas y especificaciones de construcción.

**2.3 Las repercusiones de las nuevas tecnologías en determinados productos de la industria mecánica de interés para los países del Grupo Andino. Por Sr. Jean Chabrol<sup>8/</sup> (Francia)**

El Sr. Chabrol hizo una reseña de las novedades y de la situación actual de la automatización industrial en las industrias mecánicas de los países industrializados. Su presentación abarcó la descripción y la evaluación de cada una de las herramientas modernas de uso más habitual en estas industrias, por ejemplo: máquinas herramientas de control numérico, robots industriales, diseño y fabricación con ayuda de computadora y sistemas de fabricación flexible.

Aunque las posibilidades de aplicación de las herramientas de automatización programable ya existentes son amplias, las tecnologías siguen desarrollándose con rapidez. Hay cinco posibilidades en la dirección que puede tomar el desarrollo de cada una de las tecnologías, a saber:

(a) Aumento de la capacidad de las tecnologías, es decir, su velocidad, precisión, fiabilidad y eficiencia;

(b) Aumento de su adaptabilidad; con respecto a los problemas a los que pueden aplicarse las tecnologías;

(c) Perfeccionamiento de la facilidad de empleo, para que el operario necesite dedicarles menos tiempo y precise menor capacitación, a fin de que puedan realizar operaciones más complejas y puedan adaptarse a nuevas aplicaciones con mayor rapidez;

(d) Aumento de lo que suele denominarse la inteligencia de los sistemas, para que puedan brindar asesoramiento al operario y responder a situaciones complejas en el medio de fabricación; y

(e) Aumento de la facilidad de integración de dispositivos programables de automatización para poder coordinarlas de manera general y vincular estrechamente sus bases de datos.

---

8/ Este punto fue originalmente escrito en inglés y traducido al español por la Sección de Traducción de la ONUDI.

Además, se explicaron las actuales innovaciones tecnológicas y las que se preveían en la industria mecánica y sus principales consecuencias, es decir, las dificultades con que tropieza la capacitación del personal general y del personal de producción de la empresa así como la complicada cuestión de cómo preparar y llevar a cabo la instalación de las nuevas herramientas de fabricación, desde el punto de vista de la organización y la financiación. Este último aspecto tiene tanta importancia que se estimó necesario prestarle una atención especial. Además, una encuesta ha demostrado que las nuevas herramientas de fabricación se prestan muy bien a la producción de bienes de capital de interés para los países del Grupo Andino, y no sólo máquinas herramientas, equipo para energía eléctrica, motores diesel y accesorios y repuestos para la industria del automóvil, sino también toda una serie, amplia y diversificada, de productos no relacionados con los que fabrica la industria mecánica.

Desde el punto de vista técnico, la llegada de las técnicas de automatización programable a la industria mecánica ha dado pie a una utilización más flexible de la maquinaria de producción para fabricar bienes de gran calidad y uniformidad.

Desde el punto de vista económico, mientras que la mecanización se ocupa principalmente de la disminución del costo de la mano de obra por unidad de producción, la automatización controlada por computadora se orienta a la reducción de todos los rubros que componen el costo total de producción, a saber:

- (a) Reducción del costo de la mano de obra por unidad de producción;
- (b) Reducción de los gastos de capital mediante un empleo más intensivo de la maquinaria y de las instalaciones en general;
- (c) Ahorro de energía y de materias primas;
- (d) Desarrollo más rápido de productos, y
- (e) Productos de calidad mejor y más uniforme.

Las tendencias tecnológicas imperantes en los países industrializados para la fabricación de productos de la industria mecánica, como máquinas herramientas, equipo de energía eléctrica, motores diesel, accesorios y repuestos para la industria del automóvil, pueden resumirse como la optimización y la estandarización de las herramientas y de los productos así como la creciente utilización de nuevos materiales no metálicos.

En la industria de las máquinas herramientas se pueden advertir dos tendencias principales:

- (a) En primer lugar, más del 60 por ciento de todas las máquinas herramientas fabricadas son de control numérico, independientemente de su función y de su grado de complejidad;
- (b) En segundo lugar, existe la tendencia a fabricar las llamadas máquinas especiales de transferencia flexible, o células de fabricación flexible (FMC) con varias estaciones de trabajo para distintas operaciones

simultáneas y consecutivas de maquinado: cada estación está dotada de sistemas de cambio automático de herramienta, dispositivos de manipulación y sistemas de prueba para poder maquinar simultáneamente varias piezas. Se consigue optimizar las operaciones gracias a la concentración de las operaciones de maquinado en la misma estación de trabajo y a la disminución drástica de los tiempos de transferencia entre las estaciones de trabajo. Muy pronto, esas máquinas se utilizarán corrientemente en la industria del automóvil en la que, por ejemplo, la misma célula especial, que tiene una capacidad de producción elevada y flexible, puede maquinar culatas, bielas y bloques de cilindros. Naturalmente, todos los programas se preparan con métodos CAD/CAM y la producción se controla y administra mediante sistemas CAM.

Durante el último decenio, la mayor parte del equipo de energía eléctrica (generadores y transformadores) empleado para producir y distribuir la electricidad se ha diseñado mediante sistemas CAD con objeto de optimizar su rendimiento y su fabricación. En el caso del equipo eléctrico producido en serie o en lotes, o sea, generadores de potencia media y baja, transformadores, disyuntores y contactores, se emplean extensamente técnicas CAM y, principalmente, máquinas herramientas con control numérico para el maquinado.

En el terreno del equipo eléctrico, la tendencia actual es a proporcionar una función y no sólo una pieza de equipo, es decir, no sólo un motor sino un conjunto completo que incluye tanto la máquina giratoria como sus circuitos electrónicos de mando -el accionamiento de velocidad regulable, por ejemplo- que a menudo son muy adelantados y cuyos costos de producción crecen como elemento importante del costo total.

En la fabricación de motores diesel existen dos tendencias principales:

(a) En primer lugar, todas las piezas principales -a saber: bloques de cilindros, culatas, cigüeñales, bielas, pistones y segmentos, bombas de agua y de aceite- se diseñan con métodos CAD para su optimización; y

(b) En segundo lugar, existe la tendencia a utilizar nuevos materiales como, por ejemplo, la cerámica, para piezas que funcionan a gran temperatura en el interior de la cámara de combustión. Efectivamente, las excelentes características de estabilidad a alta temperatura y de termoaislamiento de los materiales cerámicos (principalmente cerámica a base de nitruro de titanio) dan a estas piezas una gran resistencia, sobre todo en motores que funcionan en condiciones pesadas. En los últimos años se han logrado inmensos adelantos en la composición de la cerámica y se han perfeccionado tecnologías de transformación como el corte de perfiles, la sinterización, el maquinado y la aglutinación de materiales cerámicos con metales. No obstante, en la actualidad las piezas de cerámicas son más caras que las de metal pero su uso se estima necesario para motores de trabajos pesados. Otras operaciones tradicionales de maquinado, como el rectificado y el corte con chorro de agua a presión o con rayos láser, deben adaptarse como corresponde.

Debido al elevado costo de su desarrollo y operaciones de ensayo, los accesorios y repuestos de automóviles son comunes a dos o más fabricantes de automóviles. Con independencia del material utilizado (metal o plástico o fibras compuestas), estas piezas y accesorios suelen ser diseñados con

técnicas CAD por los fabricantes de automóviles y fabricados con técnicas CAM por uno o varios subcontratistas. Debido a sus excelentes características mecánicas, su poco peso y su precio de costo, en la actualidad, los materiales compuestos se utilizan mucho, y a veces exclusivamente, para fabricar parachoques, tableros de instrumentos, bastidores de los asientos delanteros, volantes, etc. Estas piezas se fabrican por extrusión o moldeo y su maquinado exige herramientas especialmente adaptadas.

Aparte del equipo eléctrico tradicional (faros, alternadores, motores de limpiaparabrisas, etc.), existe otra tendencia al uso cada vez más frecuente de subconjuntos electrónicos, regulados a menudo por microprocesadores, como la inyección de combustible, el encendido electrónico y los sistemas de transmisión automática. Un número cada vez mayor de estos subconjuntos, así como relojes electrónicos, motores eléctricos para vidrios de ventanillas, dispositivos electromagnéticos de cerradura de puertas, etc., se fabrican ya más o menos automáticamente.

La fabricación de todos los productos citados pone de relieve la necesidad del uso sistemático y organizado de técnicas CAD para su diseño óptimo, y ello tanto en el sentido de su funcionalidad como de su menor precio de costo. Puede estimarse que la estandarización de estos productos es consecuencia de su fabricación con técnicas CAD/CAM y del uso de bases de datos que reducirán los gastos y el tiempo de desarrollo de distintos modelos de un mismo producto básico. Debe prestarse especial atención a las consecuencias del uso cada vez mayor de piezas no metálicas en la industria mecánica.

Como se ha visto hasta ahora, y debido a sus poderosas características, las nuevas tecnologías de automatización programable se prestan muy bien a su utilización en sectores industriales conocidos, como la fabricación de bienes de capital, equipo de generación y distribución de energía eléctrica y medios de transporte. Sin embargo, no debe pensarse que la modernización y la optimización de estos sectores industriales son un fin en sí mismas: son un método eficaz para alcanzar el dominio de estas técnicas, y deben considerarse como si se trataran de una fase de capacitación.

Efectivamente, dependiendo de la evolución internacional de los problemas de medio ambiente y de las políticas industriales nacionales adoptadas, los conocimientos técnicos y la experiencia adquiridos en materia de automatización programable (AP) resultarán muy valiosos a los países del Pacto Andino para el desarrollo de otras actividades industriales diversificadas como, por ejemplo, bienes de consumo y electrodomésticos, productos electrónicos (para centrales telefónicas y de datos), técnicas agrícolas, productos químicos, textiles, etc.

También se debatieron las estrategias y las opciones de política para facilitar la introducción y la aplicación de la automatización industrial en los países del Pacto Andino. Puede considerarse por una parte, que la automatización industrial contribuye al aumento de los problemas con que se enfrentan las economías y, por la otra, que ayude a resolver esos problemas, por lo cual a menudo tienen una acogida favorable o desfavorable, según los casos.

Desde este punto de vista de las tecnologías de AP y de la situación económica de los países del Pacto Andino, la pregunta que cabe hacerse es la siguiente: "¿Qué estrategia política debe aplicarse para el desarrollo y la utilización de la AP?".

Aunque una estrategia de ese tipo podría adoptar muchas formas, al estar interrelacionados los problemas y las oportunidades que plantea la automatización programable resulta apropiado considerar la posibilidad de seguir una estrategia de política que combine la adopción de medidas en varias esferas. Es muy posible que la AP se convierta en un factor importante del aumento de la productividad nacional y de la mejora del rendimiento económico, pero la propagación de esta tecnología puede agravar los problemas sociales y económicos existentes y crear otros nuevos en determinados países y en los países del Pacto Andino en su conjunto.

Aunque la posibilidad de que la AP beneficie a la industria y a la economía sirve de contrapeso a los argumentos encaminados a frenar su difusión, los riesgos inherentes a una difusión rápida plantean interrogantes sobre si debe acelerarse la difusión de la AP y en qué forma. Los argumentos principales son:

(a) La falta de madurez de la tecnología de la AP y la reducida experiencia en su aplicación: aunque la tecnología actual puede aplicarse en muchas situaciones, es preciso desarrollarla aún más y adquirir experiencia en su aplicación antes de que puedan materializarse plenamente las posibilidades que ofrece para mejorar la productividad, el ambiente de trabajo y la calidad de los productos;

(b) El ambiente competitivo en que tienen lugar el desarrollo y el empleo de la AP: los gobiernos de los países industrializados fomentan el desarrollo y la utilización de la AP, mientras que los mercados de muchos bienes y servicios, entre ellos el equipo y los sistemas de AP, se internacionalizan cada vez más;

(c) El riesgo de un aumento del desempleo: a falta de un aumento de la producción, es posible que se relacione a la AP con el desempleo;

(d) El riesgo de efectos negativos en los aspectos psicológicos del medio de trabajo: estos efectos, derivados de las influencias combinadas de la nueva tecnología y de las características de las funciones, pueden no sólo reducir los aumentos de productividad obtenidos por la AP, sino también plantear nuevos problemas. Las negociaciones colectivas permitirán que sólo una parte de la fuerza de trabajo resuelva estos problemas por su cuenta. Como la AP y los cambios estructurales de la economía limitarán el número y la gama de puestos de trabajo en la industria manufacturera, muchos trabajadores tendrán dificultades para salir de situaciones desagradables; y

(e) Las consecuencias para la educación, la capacitación y la reeducación profesional en todos los planos: la idoneidad de los conocimientos técnicos de la fuerza de trabajo condiciona el ritmo al que se puede desarrollar y utilizar la AP y la magnitud del reajuste (mediante la reeducación profesional o la reinstalación en otro empleo) que tal vez sea necesario introducir en vista de que se necesitan nuevos conocimientos técnicos.

Como se indica en la lista anterior, existen factores que favorecen una política de promoción de la AP (inmadurez tecnológica y competencia internacional) y factores que se oponen a una adopción acelerada de la AP o que favorecen la adopción de una política complementaria en otras esferas (el riesgo de que aumente el desempleo y se deteriore el ambiente de trabajo y la necesidad de asegurar que la capacidad para dar formación sea suficiente). Toda estrategia política relacionada con la AP debe tener en cuenta los intereses de un grupo numeroso y diverso de interesados:

(a) Los investigadores y fabricantes de sistemas de AP se interesan principalmente en la financiación y en los medios necesarios para llevar a cabo actividades de I y D, así como en las políticas económicas generales que puedan afectar a los mercados de estas tecnologías;

(b) Los usuarios de la AP concentran la atención en la competencia en los mercados de sus productos. Suelen oponerse a la intervención estatal en todo lo relativo a la producción y a la mano de obra, pero en cambio exigen mejoras en la legislación fiscal y comercial y en otras políticas que influyen en el clima comercial;

(c) Los miembros de la fuerza de trabajo se interesan sobre todo por conseguir y conservar puestos de trabajo, por los tipos de empleos de que disponen y por sus relaciones con el sector patronal; y

(d) Por último, los gobiernos se interesan en general por el desarrollo y la aplicación de la AP, incluidos sus efectos en la productividad, el crecimiento económico y las cuentas externas.

#### Estrategias de política

Puede considerarse que la adopción de iniciativas de política en diferentes ámbitos constituye una estrategia de política. Si los gobiernos optan por coordinar las actividades en los ámbitos del desarrollo y la utilización de tecnología, el empleo, el medio de trabajo y la capacitación, pueden adoptar una de cuatro estrategias básicas siguientes:

(a) Una política liberal;

(b) Una política orientada hacia la tecnología, en que se dé gran importancia al desarrollo y el uso de la automatización programable;

(c) Una política orientada hacia los recursos humanos, en que se conceda prioridad a la educación y la capacitación, el medio de trabajo y la creación de puestos de trabajo; o

(d) Una política orientada tanto hacia la tecnología como hacia los recursos humanos. Además, los gobiernos pueden aplicar la estrategia seleccionada en distintos planos, ya sea el nacional o el regional (región de los países del Pacto Andino).

El resultado de las medidas gubernamentales puede evaluarse con arreglo a sus probables efectos en la producción industrial, el empleo, el medio de trabajo y las modificaciones introducidas en los programas de ayuda al reajuste. Los elementos de incertidumbre que dificultan más las previsiones sobre posibles cambios son:

(a) El ritmo de progreso de las tecnologías, es decir, la probabilidad de que las técnicas avancen mucho más de lo previsto para este decenio; y

(b) El éxito relativo de los esfuerzos que hacen otros países por desarrollar o aplicar la AP e incrementar las ventas en mercados nacionales y extranjeros.

Otra grave incertidumbre es el crecimiento económico. Una economía estancada plantea muchos problemas cuya mejor solución consiste en abordarlos directamente y no a través de una política de automatización programable.

El éxito que algunos países industrializados logren en la competencia internacional puede ser causa principal de una disminución de la producción industrial y del empleo en determinados países. Una estrategia que esté orientada, por lo menos en parte, hacia el desarrollo y el empleo de nuevas tecnologías puede reducir ese riesgo, porque puede contribuir a mejorar la productividad y la competitividad. Ahora bien, una estrategia orientada exclusivamente a la tecnología aumentará probablemente los problemas que se plantean en el mercado laboral en relación con los cambios que se producen en la demanda de empleo y las necesidades de readaptación profesional y de otros servicios de reajuste. Igualmente, es probable que una estrategia orientada estrictamente hacia la tecnología agrave los posibles problemas del medio de trabajo. En resumen, una estrategia de este tipo entrañaría costos inmediatos por concepto de desarrollo y utilización de la tecnología, pero también traería consigo otros costos aplazados, por ejemplo, mayores gastos en asistencia para el reajuste.

Una estrategia orientada hacia los recursos humanos exigiría inversiones para evaluar la adaptación de las actividades de educación, capacitación y readaptación profesional a los conocimientos prácticos requeridos y para prestar asistencia a fin de colocar a las personas en nuevos puestos de trabajo. Teóricamente, debería evitar el aumento de los gastos de asistencia para el reajuste debido al incremento del desempleo que podría producirse como consecuencia de la automatización programable. El desarrollo de los recursos humanos no excluye la utilización de la AP, e incluso puede facilitarla, y puede mejorar la productividad. No obstante, sus repercusiones en los niveles de producción industrial tal vez no sean tan fáciles de medir como los efectos de una política orientada hacia la tecnología. Las iniciativas relacionadas con los recursos humanos y la tecnología pueden complementarse y de esa manera influir en la producción y en el empleo, pero tal vez sea necesario hacer esfuerzos explícitos en el terreno de los recursos humanos para tratar de resolver los problemas del medio de trabajo, con independencia de la adopción de iniciativas para acelerar las aplicaciones de la AP.

Una estrategia orientada hacia la tecnología y hacia los recursos humanos podría aprovechar el carácter complementario del equipo de producción y de la mano de obra correspondiente, asegurando el desarrollo de la tecnología sin comprometer los intereses relacionados con el medio de trabajo. Se presta también a la adopción de iniciativas para crear puestos de trabajo a largo plazo. Por esta razón, una estrategia de esta índole podría garantizar que en los procesos de desarrollo y utilización de la AP se tengan debidamente en cuenta sus repercusiones para el ser humano. Aunque esta estrategia es la más completa y equilibrada, puede ser la más difícil de elaborar y aplicar porque afecta directamente a toda una serie de intereses.

Cualquiera que sea la estrategia que se adopte, una política positiva en materia de AP debe combinar medidas adoptadas en varios ámbitos. Según los sectores y las cuestiones que se consideren, algunas medidas podrían dar más fruto si son de carácter regional. Por ejemplo, en lo tocante a la investigación y desarrollo, la creación de laboratorios o de centros de investigación especializados debe hacerse en el plano regional. Efectivamente, para realizar la labor de investigación y desarrollo que es necesaria para dominar las tecnologías de automatización programable se precisa toda una serie de investigaciones y equipos indispensables. Igualmente, para hacer previsiones y evaluaciones tecnológicas, es preciso recopilar información sobre diversas realizaciones en distintos sectores y empresas industriales, elaborarla y ponerla en conocimiento de los organismos y empresas que se interesen en ella. La falta de información es uno de los frenos principales de las nuevas tecnologías. Por lo tanto, podría dejarse sentir la apremiante necesidad de crear un centro de información que se ocupe de los aspectos técnicos, económicos y sociales de la AP; ahora bien, tanto más eficiente será un centro de este tipo cuanto más información pueda reunir, elaborar y divulgar. Este centro podría estar vinculado a una red de centros de información sobre el sector industrial más especializados, situados en distintos países del Pacto Andino, según sus respectivas capacidades industriales.

#### 2.4 Automatización industrial en la Argentina, estado actual y perspectivas. Por Dr. Carlos M. Correa (Argentina)

El Dr. Carlos Correa destacó que la difusión de la microelectrónica, entre otros múltiples campos, incide de modo significativo en la industria de bienes de capital, debido a cambios tanto en los productos como en los procesos de producción. Ningún país con algún grado de actividad en ese sector puede dejar de considerar los efectos de ese fenómeno para su desarrollo.

En algunos campos específicos, como el de la industria de máquinas herramientas, la microelectrónica ha producido cambios decisivos en los perfiles productivos<sup>9/</sup> que interesan tanto desde el punto de vista del usuario como del eventual productor de esos, bienes así como en cuanto al papel que corresponde desempeñar a los gobiernos y centros de investigación y formación tecnológica.

En su presentación el Dr. Correa abordó sucesivamente los temas relacionados con la difusión, producción e investigación y desarrollo (I y D) sobre máquinas herramientas de control numérico y otros mecanismos de automatización industrial. Luego describió las políticas nacionales aplicadas al respecto en la Argentina.

---

<sup>9/</sup> En el Japón, por ejemplo, el 78 por ciento de los tornos producidos en 1984 (en valor) correspondió a tornos equipados con control numérico. Ver Subsecretaría de Informática y Desarrollo (SID) Economía y tecnología del control numérico para máquinas herramientas. SECYT, ADEST, IDRC, documento elaborado por Daniel Chudnovsky. Buenos Aires, junio 1986, p. 94.

## Difusión de la automatización industrial

### (a) Máquinas herramientas de control numérico (MHCN)

Diversas son las razones que confieren una especial importancia a las MHCN para un país como la Argentina. En primer lugar, la tecnología de las MHCN, originada en la década del cincuenta en Estados Unidos y Japón y radicalmente mejorada a partir de la aplicación del microprocesador, ha alcanzado cierta madurez lo que se manifiesta principalmente en la drástica reducción de costos de las unidades de control registrada en la última década.

El cuadro 1 indica, en tal sentido, una reducción de cuatro veces entre 1978 y 1985.<sup>10/</sup> Segundo, el tipo de prestaciones de las MHCN presenta diversas características que las diferencian significativamente de la tecnología del robot, especialmente en cuanto a la menor dimensión de los lotes cuya producción puede ser automatizada (ver cuadro 2). Tercero, en tanto las MHCN sustituyen personal calificado, los robots lo hacen respecto de operarios con baja o media calificación, es decir, afecta un recurso relativamente abundante en países en desarrollo. La aplicación de MHCN permite mejoras en la calidad de los productos así como encarar la fabricación de bienes tecnológicamente más complejos, aspectos cruciales para la competitividad y expansión de las industrias usuarias.

La difusión de MHCN en la industria argentina es incipiente. Alrededor de 500 equipos han sido instalados a partir de 1970, con un ritmo impuesto por las intensas fluctuaciones que registró la actividad industrial en la Argentina.<sup>11/</sup> Los principales usuarios se encuentran en la industria petrolera, maquinaria agrícola, bombas y válvulas, y en menor grado, en equipos para centrales nucleares y eléctricas. Los estudios realizados sobre la aplicación de MHCN en Argentina<sup>12/</sup> indican, entre otros rasgos los siguientes:

Las causas para la introducción de MHCN se refieren principalmente a exigencias derivadas de la fabricación de productos tecnológicamente más complejos, que en algunos casos hacen ineludible la sustitución del equipo convencional. Para algunos usuarios, la reducción de los tiempos de mecanizado jugó también un papel importante.

---

<sup>10/</sup> En 1984, un torno con CN costaba en Japón 50 por ciento menos que en 1975; y un centro de mecanizado, era dos tercios más barato. Ver SID, ob. cit. p. 85. Cabe destacar que a diferencia de las MHCN, la tecnología de los robots está en una etapa de desarrollo.

<sup>11/</sup> La producción de máquinas herramientas, por ejemplo, cayó de 17.500 unidades desde el principio en la década del setenta a 2.600 en 1984.

<sup>12/</sup> Ver D.Chudnovsky, "La difusión de tecnología de punta en la Argentina: el caso de las máquinas herramientas con control numérico, el CAD/CAM y los robots". Desarrollo Económico, No. 86, Buenos Aires, 1985. J. Ruffiec, "Technologies Nouvelles en Argentine", CEIL, julio 1986 (mimeo).

Cuadro 1. Aplicaciones de robots y máquinas herramientas de control numérico

Indicador	Máquina control numérico	Robots
Volumen de producción (unidades)	10,000	> 10,000
Ciclo (min/unidad)	> 5	> 5
Volumen de partes	> 10	1 a 5
Frecuencia de reprogramación (veces/semana)	2 a 10	1
Tamaño del lote	100	> 1,000

Fuente: ECE, Production and use of industrial robots, New York, 1985.

El reemplazo de mano de obra para reducir los costos laborales no aparece como un motivo para la incorporación de MHCN. En cambio, parecen motivar esa opción en alguna medida la dificultad para contratar personal calificado (debido a una fuerte tendencia al autoempleo) y el temor a conflictos laborales en caso de que las fuertes oscilaciones de la demanda obliguen a despedir personal.

El entrenamiento del personal para operar el nuevo equipo no parece haber ofrecido dificultades especiales, pues puede obtenerse en muy breves periodos. Las empresas proveedoras (tanto de equipos de producción local como importados) han asistido a los usuarios en este aspecto, así como cubierto los requerimientos de mantenimiento.

Si bien parte del marketing de los proveedores consiste en justificar económicamente la inversión en MHCN frente al equipo convencional, parecen escasas las situaciones en que el adquiriente realiza un análisis de rentabilidad completo. En tal sentido, cabe anotar que es necesario cierto volumen agregado de producción para que se justifique la inversión en MHCN vis - à - vis las alternativas tradicionales, así como que se trate de manufacturar productos de cierta complejidad. Se ha estimado que dado que un torno con CN cuesta (estimación para 1984) cuatro veces más que uno convencional, y que las herramientas utilizadas cuestan tres veces más, es necesario un aumento de productividad del orden del 240 por ciento para hacer rentable la elección.

En cuanto a la sustitución de trabajadores, no se cuenta con una evaluación definitiva pues en general las MHCN fueron introducidas para ampliar la línea de productos. En algunos casos, su incorporación fue paralela al aumento del personal ocupado. En cambio, se ha observado que aquella produce modificaciones en la demanda de nuevo personal, la que se oriente más a las tareas de mantenimiento y supervisión.

**Cuadro 2. Evolución de características constructivas y prestaciones de unidades de control numérico**

Características	Años					
	1970	1976	1978	1982	1984	1985
Tipo de Lógica	NC	CNC	CNC	CNC	CNC	CNC
Cantidad de placas con circuitos impresos	27	15	18	5	2	1
Cantidad circuitos impresos integrados	960	420	900	400	112	212
Capacidad memoria (KBytes)	-	25	72	108	80	-
Consumo (watts)	800	600	435	306	100	200
Volumen (dm <sup>3</sup> )	730	730	200	470	30	45
<b>Prestaciones más relevantes</b>						
Memoria de programación		a/	a/	a/	a/	a/
Ciclos fijos		a/	a/	a/	a/	a/
Compensación de Herramientas			a/	a/		
Capacidad de Subrutina		a/	a/	a/	a/	a/
Interfase de programación Máquina/CNC			a/	a/		a/
Display con Video				a/	a/	a/
Capacidad de Gráfico						a/
Precio corriente \$US	25,000	13,300	12,900	10,200	5,000	6,000

a/ Señala años en que esta prestación fue introducida a las máquinas herramientas.

**Fuente:** Economía y Tecnología del Control Numérico para máquinas herramientas. D. Chudnovsky. Proyecto SECYT-ADEST-IDRC. Doc. SID No. 18, Junio 1986.

En el análisis de rentabilidad deben considerarse además del periodo de amortización, la tasa de interés, y los costos relativos para una y otra opción de espacio físico (un torno convencional, por ejemplo, requiere tres veces más espacio que una con CN),<sup>13/</sup> así como naturalmente la reducción en el costo de mano de obra.

(b) Robots

La difusión de robots en Argentina es muy inferior a la de MHCN. En rigor, ello es consistente con los patrones internacionales de difusión y la relativa novedad de los primeros respecto de los segundos.

Si bien aún no hay estadísticas actualizadas, puede estimarse que una veintena de robots están en uso en el país, en su mayor parte en la industria automotriz y la electrónica.

Como en los países industrializados, la producción de vehículos ha liderado la introducción de estos equipos, en su totalidad importados. En un caso, empero, la firma adquiriente (una filial francesa) realizó un esfuerzo para armar el robot localmente, incorporándole partes de fabricación argentina.

Aún no hay suficiente evidencia sobre las razones y resultados de la introducción de robots. Los estudios disponibles<sup>14/</sup> permiten extraer algunas conclusiones preliminares:

Las causas de incorporación de los robots no están asociadas generalmente al ahorro en el costo de mano de obra, como es típico en los países industrializados. Ella se vincula más bien con otras razones. En algunos casos se trata de obtener mayor precisión o confiabilidad; por ejemplo, una filial automotriz norteamericana fue motivada por el inicio de fabricación de un "auto mundial" en Argentina, bajo la exigencia de identidad con los producidos en otras partes del mundo (si bien los vehículos no iban a ser exportados). En otro caso una empresa electrónica redujo diez veces la tasa de error mediante el uso de robots en el montaje de componentes.

También se encuentran situaciones en que aparece la conveniencia de reemplazar tareas insolubles o cuyas características exigen un mayor tiempo de realización por medio de un robot.

En general, las firmas adquirientes no realizan análisis de rentabilidad previamente a la incorporación del robot. Cálculos tales como el periodo de "pay off" no han sido considerados.<sup>15/</sup>

---

13/ Ver UNCTAD, The diffusion of electronics technology in the capital goods sector in the industrialized countries, New York, 1985, p. 13.

14/ D. Chudnovsky, ob.cit. Ruffier, ob.cit. y Niffe, ob.cit.

15/ El cálculo del "pay off" incluye en el denominador: el ahorro de mano de obra, por menores intereses sobre stock y por aumento de productividad, todo ello menos al costo de mantenimiento. En numerador es el costo del robot.

Dado la tasa de salarios vigentes y el sobrepago de un robot puesto en la Argentina respecto del de un país de origen (en el orden de 1,5 veces más), los periodos de "pay off" resultantes seguramente excederían ampliamente los normales en los países industrializados (en los que en promedio es de tres años)<sup>16/</sup>

La instalación y puesta a punto de robots, sobre todo en el caso de una empresa automotriz, estuvo rodeada de grandes dificultades, debido a una mala preparación de los técnicos locales y la falta de documentación adecuada. Debe notarse que en los países industrializados, es práctica que el personal de la firma adquiriente se familiarice con el robot en la planta de la proveedora antes de su transferencia, recaudo que si bien no asegura al menos facilita enormemente la tarea de puesta en marcha del equipo.

No hay información concluyente respecto del esfuerzo de ingeniería de aplicación realizada por las firmas receptoras de robots. Este, empero, parece haber sido muy limitado, no obstante la importancia crítica de las modificaciones en la organización fabril para el exitoso empleo de la automatización.

Parecen también ser importantes los problemas que plantea el mantenimiento de los robots, pues los proveedores externos carecen de representantes locales. Ello obliga a mantener un alto stock de repuestos y a periodos más o menos largos de inmovilización. En el caso de una firma electrónica de Ushuaia que opera tres robots para montaje de circuitos impresos, un sistema de facsimil le permite recibir informaciones precisas del proveedor sobre las partes dañadas de los circuitos, para su reparación o reemplazo.

Un aspecto de especial importancia se refiere al desplazamiento de personal. El uso de un robot suplanta hasta dos operarios por turno; en muchos casos, empero, no existe un efecto directo de desempleo pues su incorporación se da en un proceso de ampliación en la planta o mayor actividad productiva. Tal es el caso de dos firmas electrónicas que incorporan robots. En una de ellas (con tres robots que costaron 1.6 millones de dólares) se estima un ahorro de cien puntos de trabajo; en el otro caso con un robot se calculó ahorrar 25 operarios, pero su implantación no generó desocupación.

(c) Diseño asistido por computador (CAD)

La información relativa a las instalaciones de CAD en la Argentina hasta 1984<sup>17/</sup> indicaba alrededor de diez instalaciones (sobre grandes equipos) por un orden aproximado de diez millones de dólares (un tercio de la inversión estimada en MHCN en esa fecha). Los usuarios se ubicaban en el sector de bienes de capital y de la ingeniería.

---

<sup>16/</sup> Ver UNCTAD, *ob.cit.*, p. 26.

<sup>17/</sup> Actualmente se encuentra en curso un estudio de la Subsecretaría de Informática y Desarrollo y la Cámara Argentina de Consultores sobre el uso de CAD en la actividad de ingeniería y consultoría.

La tecnología del CAD permite importantes ahorros en relación con el trabajo de diseñadores y dibujantes, entre otras cosas, mediante el re-uso de información almacenada en el computador. El aumento de productividad alcanza sus valores máximos en estos casos (en una razón de 20:1 veces). Sin embargo, y en gran medida debido a su alto costo, la difusión de los sistemas CAD fue muy limitada hasta hace poco. Se estimaban 10000 instalaciones en el mundo en 1982, la mitad de los cuales en Estados Unidos, principalmente en grandes firmas.

Recientemente, empero, avances tanto en hardware como en software han reducido dramáticamente el costo de las aplicaciones de CAD, y ampliado por tanto las posibilidades de un empleo en firmas de pequeña dimensión.<sup>18/</sup>

Al menos en uno de los casos en que se implantó un sistema CAD en la Argentina, se avanzó en la integración entre las áreas de diseño y producción mediante su combinación con el uso de MHCN. De hecho, una de las razones para la introducción del CAD fue la necesidad de programar esas máquinas por medios no manuales. Otro caso de integración de ese tipo se da en una empresa electrónica, en relación con la instalación de tres robots para circuitos impresos. El diseño de las tarjetas es realizado con asistencia de una computadora la que ayuda a preparar los programas que guían a el robot.

#### Producción de herramientas de automatización industrial

El principal campo en el que se ha iniciado la producción de bienes para la automatización de procesos de producción discretos es el de las MHCN. Los tornos con CN fueron producidos por primera vez en Argentina en 1979 (con unidades de control de General Electric). En 1983, la misma firma concertó un acuerdo de licencia con una firma japonesa y acentuó los esfuerzos a aprendizaje y diseño propios. Más recientemente, la firma en cuestión celebró un contrato de licencia con una empresa española, una pequeña firma del país Vasco que en 1983 desarrolló sobre la base de chips standard un control de bajo precio.

Otras dos firmas argentinas ingresaron más recientemente en la producción de MHCN. Una de ellas actúa principalmente en el área de MHCN a pedido, y produce centros de mecanizado y tornos. La otra firma se orienta a fresadoras. Todas las empresas que actualmente producen MHCN son todas de capital enteramente nacional.

La producción anual de MHCN ha sido inferior a la capacidad de la oferta existente en los últimos años. En cuanto a tornos con CN, en 1985 se contabilizaron alrededor de quince unidades, y en 1986 unos 26 (en este año se importaron además cerca de 14 equipos).

En lo que concierne a la producción de robots, dos firmas de pequeña dimensión han encarado la producción de manipuladores programables, entre otros fines para la industria plástica. En el caso de una de las firmas, actúa mediante convenios de desarrollo tecnológico con el Instituto Nacional de

---

<sup>18/</sup> Un software CAD para diseno de arquitectura, por ejemplo, fue desarrollado en Argentina para correr en computadoras domésticas.

Tecnología Industrial (INTI) y el Instituto de Automática de la Universidad de San Juan. Entre los productos desarrollados se encuentra un robot para uso didáctico, en escuelas técnicas.

### Investigación y desarrollo (I y D)

Aparte de las tareas que se pueden realizar en las empresas productoras, principalmente dirigidas a la adaptación y desarrollo de tecnologías, en el sistema de ciencia y tecnología existen diversos proyectos relacionados con las áreas consideradas aquí.

En control numérico, la Universidad Tecnológica Nacional Regional Córdoba ha llevado a cabo por varios años un proyecto para el desarrollo de un prototipo de CN de 8 bits.

En el área de robótica, se han realizado o realizan actividades de investigación en las Universidades Nacionales de San Juan y de La Plata.

Recientemente se han iniciado actividades de cooperación en estos temas con el Brasil y con otros países participantes en el proyecto de "Quinto Centenario".

### Política nacional

En 1984, el gobierno nacional produjo un conjunto de recomendaciones para promover el desarrollo del "complejo electrónico" en el país, incluyendo la difusión de tecnología digital en la actividad industrial.<sup>19/</sup>

Diversas acciones han sido encavadas en ese marco, a las que se han sumado otras que apuntan al mismo objetivo.

La producción industrial de MHCN fue promovida a partir de 1981, mediante la elevación del arancel al 35 por ciento y más tarde al 45 por ciento. En 1985 la tarifa se incrementó al 100 por ciento (el máximo nivel aplicable para las microcomputadoras), pero existe disposición de la Secretaría de Industria y Comercio para disminuirlo nuevamente. Por otro lado, el Decreto 652/86 de promoción de la industria electrónica, prevé la concesión de incentivos para la producción de control numérico, así como de robots.

La conveniencia o no de iniciar la producción de las unidades de control numérico en el país ha sido objeto de considerable debate. Según un estudio ya citado<sup>20/</sup> dada la reducida dimensión de la demanda interna, y la notable caída en los precios de esas unidades, en una primera etapa parecería conveniente difundir el uso de MHCN, antes de encarar la producción de aquellas. La posibilidad (aún no concretada) de incluir las MHCN en el acuerdo de integración argentino-brasileño podría empero ampliar considerablemente la demanda y justificar la producción. Las exportaciones de MHCN, bajo ciertas condiciones, pueden beneficiarse de mecanismos de promoción incluyendo reembolsos.

---

<sup>19/</sup> Ver Informe de la Comisión Nacional de Informática, SID, oct. 1984.

<sup>20/</sup> Subsecretaría de Informática y Desarrollo, documento SID No. 18, ob.cit.

En relación con la difusión de MHCN, el Banco Nacional de Desarrollo confiere créditos preferenciales que pueden ser aplicados a bienes de capital de producción nacional. Así mismo, un crédito de desarrollo del gobierno italiano ha sido empleado para algunas adquisiciones en Italia. En 1987, por otro lado la Subsecretaría de Informática y Desarrollo (SID) pondrá en marcha el "Programa Automat" destinado a familiarizar a industriales, especialmente en el sector de bienes de capital, en el uso de las tecnologías de automatización.

El programa Automat contempla la formación de un grupo básico de "multiplicadores" que dictará cursos y seminarios en diversos puntos del país mediante acuerdos con universidades y cámaras empresariales. El programa está basado en la premisa de que la incorporación de sistemas de automatización debe en general estar acompañada de cambios organizativos en la planta de consideración. Un importante esfuerzo en ingeniería de aplicación es condición indispensable para una introducción exitosa. Por otro lado, se persigue esclarecer respecto de algunos aspectos económicos ligados a esa incorporación, por ejemplo, en cuanto a la rentabilidad de los proyectos: una visión simplificada del tema sugiere que el uso de MHCN es ventajoso aún para pequeñas escalas de producción, desconociendo la necesidad de escalas mínimas para justificarlas. Asimismo, se busca crear conciencia respecto de la importancia de una activa participación de los trabajadores en la incorporación de la nueva tecnología. Como lo muestra la experiencia japonesa principalmente, la contribución del trabajador "con manos y cabeza" es esencial para obtener buenos resultados.

Diversas propuestas para conceder subsidios a los adquirientes de MHCN - como en algunos países desarrollados - han sido enunciadas pero no han recibido aprobación por el momento. La elevada tasa de interés vigente es vista en general como una restricción considerable a una mayor difusión de las MHCN.

La investigación y desarrollo en áreas de automatización industrial han sido promovidas por el Programa Nacional de Informática y Electrónica (PNIE), dependiente de la Subsecretaría de Informática y Desarrollo. El "Programa indicativo" de investigación y desarrollo 1985 previó el control numérico y algunos los tipos de robots entre las áreas prioritarias de investigación. Durante 1986 se financiaron proyectos en ambas áreas.

En ese mismo año, la Subsecretaría mencionada concluyó estudios de monitoreo de tendencias tecnológicas y económicas en el área de control numérico,<sup>21/</sup> con el propósito de conocer mejor la estructura de la oferta y la demanda en escala internacional, y la evolución de la tecnología a fin de permitir la adopción de políticas en el país.

La principal acción vinculada con la formación de recursos humanos ha sido la creación del "Centro de Tecnología Avanzada" en la ciudad de Córdoba, con la cooperación del gobierno italiano también en este caso.

---

<sup>21/</sup> Ver Subsecretaría de Informática y Desarrollo, *ob.cit.* Otros estudios abarcan el control de procesos, PABX y "chips" "custom" y "semi-custom".

De lo expuesto concluyó el Dr. Correa, en primer lugar, que la difusión de la automatización industrial es incipiente en Argentina. Ella probablemente se acelerará en la medida que mejore el clima de inversión y como consecuencia del avance tecnológico (en CAD especialmente). Segundo, la difusión de esa tecnología es un objetivo deseable para el gobierno, el que ha puesto en práctica algunas acciones en tal sentido. Tanto la producción (de MHCN) como la I y D reciben apoyo gubernamental, con el propósito de desarrollar una oferta competitiva que impulse un mejor dominio y mejor difusión de las tecnologías de automatización en el país.

## 2.5 Situación de la automatización en la industria de bienes de capital y en la industria mecánica del Brasil. Por el Profesor Manuel Mendez<sup>22/</sup> (Brasil)

Al analizar en el presente trabajo la situación de la automatización en la industria de bienes de capital y en la industria mecánica del Brasil el Profesor Mendez ha aplicado tres criterios:

- (a) Clasificación del mercado (productos, sistemas y proyectos de automatización);
- (b) Tamaño de las empresas (muy pequeñas, pequeñas, medianas, grandes);
- (c) Tipo de producción (producción en gran escala, o producción de piezas en lotes pequeños, medianos o grandes).

### 2.5.1 La situación global de la automatización industrial en Brasil

#### Aspectos del mercado

En lo que respecta al mercado y si se concentra la atención en los tipos de equipos controlados por computadora (más que en el diseño de los propios equipos) se puede hacer la siguiente clasificación:

#### (a) Productos

Los principales productos que pueden ser objeto de automatización industrial son:

- De control lógico programable (PLC);
- De control numérico por computadora (CNC);
- De control robótico por computadora (CRC);
- Computadoras:
  - Microcomputadoras y computadoras personales;
  - Minicomputadoras, superminicomputadoras (computadoras de procesos);
  - Unidades centrales de proceso;
- Estaciones de trabajo de ingeniería;
- Recopilación de datos y terminales de identificación;
- Componentes de comunicación;
- Equipo de ensayo y de control de calidad.

---

<sup>22/</sup> Este punto fue originalmente escrito en inglés y traducido al español por la Sección de Traducción de la ONUDI.

En 1986 se estimó que el total del mercado brasileño de estos productos ascendía aproximadamente a 120 millones de dólares y provenía de unas 70 empresas (el 60 por ciento de empresas pequeñas) que contaban con unos 4.000 empleados directos. El aumento fue de un 30 a un 40 por ciento en 1986.

En cuanto a los PLC, en la actualidad hay por lo menos 17 empresas brasileñas que producen y colocan diferentes modelos en el mercado interno. Se han aprobado algunos proyectos para los sistemas más amplios (varios miles de dispositivos de "entrada y salida" I/O) con transferencia de tecnología de empresas conocidas mundialmente (Siemens, Allen-Bradly, Reliance, AEG, Modicon, etc.). El mercado se estima actualmente en 40 millones de dólares.

En la esfera de las máquinas herramientas CNC hay actualmente 14 empresas que producen equipos, entre ellos tornos, taladros, fresadoras, soldadoras y prensas troqueladoras.

El total estimado de máquinas herramientas CNC fue en 1986 de 2.641, unas 664 importadas y 1.977 producidas en el país (véase el cuadro 3).

Cuadro 3. Máquinas herramienta de control numérico por computadora en el mercado interno Brasileño (número de unidades)

Origen	Año														
	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
Nacional	-	11	2	8	17	32	40	62	69	120*	150*	253*	413*	800**	
Importado	33	24	39	45	46	53	34	32	55	30*	30*	53*	60*	130**	
Total	33	35	41	53	63	85	74	94	124	150*	180*	306*	473*	930**	

Fuente: SOBRACON 1986.

\* Número estimado.

\*\* Previsión.

Un grupo de cuatro empresas brasileñas fabrica en el país máquinas herramientas CNC bajo licencia de empresas internacionales muy conocidas (Siemens, Heidenhain, Mitsubishi, Diana). Otras tres empresas anunciaron sus producciones propias.

En 1985 se inició en el sector de los robots industriales un programa al aprobarse cuatro proyectos con transferencia de tecnología (ASEA, HITACHI, REIS, MANUTEC-SIEMENS) y se han anunciado varios otros proyectos con contenido de producción nacional. Hasta 1986 se había importado e instalado unos 50 robots. El mercado se concentra principalmente en el sector del automóvil y éste no es suficiente para justificar las inversiones necesarias, ni en instalaciones de producción ni en actividades de investigación y desarrollo de

nuevos robots. Por otra parte, al parecer el sector de manipuladores, de mecanismos de selección y colocación, etc., será interesante en el futuro próximo, pero por el momento no se dispone de una evaluación de mercado para este sector.

El sector computadoras ofrece posibilidades de inversión a varias empresas brasileñas, sobre todo para el desarrollo de microcomputadoras de tiempo real y para la adaptación de computadoras personales suministradas por proveedores comerciales. Hay una sólida industria de computadoras personales para usos comerciales, sobre todo similares a las IBM (PC-XT y PC-AT). Debido a la ventaja de precios, al soporte lógico existente y a los bajos costos de mantenimiento, se estimó que el mercado de aplicaciones industriales de computadoras personales era de unos cinco millones de dólares en 1985, con un crecimiento anual superior al 40 por ciento. Los problemas principales se plantean en la adquisición de sistemas operativos en tiempo real, tarjetas de proceso de entrada-salida I/O y adaptaciones a las condiciones de la industria. En el sector de las microcomputadoras y superminicomputadoras hay actualmente varias empresas que producen equipo de tiempo real basado en microprocesadores de 16 y 32 bits (Intel 8086, 80286, Motorola 68000). Dos empresas brasileñas producen superminicomputadoras bajo licencia de DEC (VAX 11-750) y Data General. La IBM produce en el país unidades centrales de proceso y, en principio, no hay restricciones para la importación.

En 1985 comenzó un programa para el sector de las estaciones de trabajo de ingeniería basado en el desarrollo de tecnología nacional. Este sector es muy nuevo y, como en el resto del mundo, existen dos tendencias:

- Estaciones de trabajo basadas en el soporte físico o soporte lógico de computadoras personales, para aplicaciones simples y preparación de gráficos bidimensionales (2D);
- Estaciones de trabajo basadas en microprocesadores de 32 bits (Motorola 68000) y sistemas operativos similares al UNIX para aplicaciones tridimensionales (3D).

En 1985 se habían instalado 45 estaciones de trabajo (todas importadas). En 1986 se habían instalado ya 60 sistemas de diseño con ayuda de computadora (sistemas CAD), con unas 180 estaciones de trabajo y el mercado crece rápidamente en más de un 50 por ciento anual. Debido a la importancia de este sector, hasta mediados de 1985 se habían seleccionado 20 proyectos que debían desarrollar empresas brasileñas. Varios de ellos se basan también en transferencia de tecnología (CDC, Matra, Calma, Intergraph, etc.). En la actualidad, el mercado no es suficiente para tantos proyectos; una de las empresas seleccionadas estima que es necesario contar con una participación en el mercado de 10 millones de dólares para que las inversiones sean viables. Hay problemas difíciles para la producción de estaciones de trabajo de alta resolución (1024 x 1024 pixel) porque las pantallas sólo provienen de la industria nacional de televisión. No fructificaron las negociaciones con la AT&T a fin de adquirir los derechos originarios de UNIX tal como lo exige la legislación brasileña en materia de informática. Por último, es difícil construir en el Brasil varios equipos periféricos, como trazadores, indicadores numéricos, etc.

En cuanto al sector de la comunicación, la situación es aún más difícil, ya que no existe ninguna empresa con experiencia en redes locales (LAN), técnicas de televisión por cable (CATV), proyecto e instalación de cables coaxiales de banda ancha, etc. Hasta ahora se desconocen los terminales de recopilación de datos, necesarios para el control de la producción, la identificación y control del flujo de materiales. La situación en este sector puede evolucionar rápidamente mediante algunos proyectos de modernización en las industrias del automóvil y de procesos.

Con respecto al equipo de ensayo y de control de calidad, dos empresas conocidas están produciendo máquinas de medición tridimensionales (3D). De ordinario se importan otros tipos de equipos de ensayo controlados por computadora.

(b) Sistemas

Al examinar ahora el segmento de sistemas, podemos identificar al menos los siguientes sectores:

- Planificación de la producción, con inclusión de los materiales necesarios y recursos de fabricación (MRP-I y II). Esta es la denominada CAP = (Planificación con ayuda de computadora);
- Diseño y desarrollo de productos (CAD);
- Planificación de procesos incluida la programación CNC y CRC (CAPP);
- Herramientas mecánicas para el soporte lógico (software) (CASE);
- Garantía de calidad y control estadístico de calidad (CAQ);
- Prueba y medición (CAT);
- Automatización de servicios (CAS);
- Células de fabricación flexible y sistemas de fabricación flexible (FMC y FMS).

En este documento se define un sistema como la agregación de paquete estandarizados de soporte lógico con algún equipo de soporte físico (microcomputadoras, minicomputadoras, superminicomputadoras, computadoras personales, estaciones de trabajo, etc.). El aspecto principal es el soporte lógico que la industria de los Estados Unidos de América domina actualmente en forma abrumadora, con un mercado mundial que en 1983 era de unos 18.000 millones de dólares, con un incremento anual de 30 por ciento y que en 1987 se estimaba aproximadamente en 55.000 millones de dólares. Por ejemplo, desde 1979 la cantidad de paquetes de aplicaciones para computadoras personales ha pasado de un pequeño número a más de 21.000 - 40.000.

Este sector aún no es importante en el Brasil y sólo están comenzando los esfuerzos en materia de CAP, CAPP, CASE, CAT, CAQ y CAS. La imitación fraudulenta de soportes lógicos es frecuente y limita el desarrollo nacional. Es probable que el primer sector que comience a funcionar será el de sistemas CAD basados en estaciones de trabajo de ingeniería. La demanda de otros sistemas tampoco es interesante: por ejemplo, los paquetes para sistemas FMC/FMS son de importancia secundaria porque, hasta ahora, la flexibilidad no es indispensable para las empresas manufactureras brasileñas.

(c) Proyectos integrados

Están en marcha varios proyectos importantes de automatización industrial en control de procesos (automatización petroquímica, plantas siderúrgicas, etc.) y automatización de la fabricación (industria del automóvil, del calzado y textil, electrónica, para fines de consumo, etc.). Los proyectos pueden representar de cinco a diez millones de dólares en computadoras, ingeniería, desarrollo de aplicaciones del soporte lógico e integración. Se previó para 1986 un valor estimado de más de 100 millones de dólares, con un crecimiento anual apreciable debido a las necesidades derivadas de la modernización de la industria brasileña. De este mercado se ocupan principalmente las empresas de ingeniería capaces de ejecutar todas las actividades de integración (debido a la legislación vigente las actividades de las empresas multinacionales son limitadas).

Sin embargo, uno de los aspectos importantes es la integración de computadoras de todas las instalaciones fabriles y se están instalando nuevos sistemas entre los niveles de gestión y los de supervisión de la producción. Por ejemplo, se está desarrollando una experiencia inicial en aspectos CIM. Por lo demás, como sucedió en los países desarrollados, puede producirse una transformación gradual de este bajo volumen de productos caros, que se emplean en sistemas grandes y complejos, a un volumen alto de productos de bajo precio para sistemas pequeños pero numerosos, creándose así nuevas oportunidades en el sector de sistemas.

Perfil de las empresas y tipo de producción

Para comprender mejor el actual estado del sector industrial en el Brasil, sobre todo en el sector de bienes de capital, se presentan en esta sección algunos resultados, relativos al Estado de Sao Paulo, al que corresponde más del 50 por ciento de toda la producción industrial (REPORT-PROMOCET, 1984).

En 1984, en el Estado de Sao Paulo había unas 25.000 empresas industriales de tamaño pequeño, mediano y grande (cuadro 4), que tenían aproximadamente 1,9 millones de empleados. El 96 por ciento de estas empresas son pequeñas y medianas. Sólo el 4 por ciento pueden considerarse grandes empresas.

Se examinó una muestra de 3.000 empresas, pertenecientes a diversos sectores industriales, incluidos los de bienes de capital. Los resultados de esta muestra indicaron lo siguiente:

(a) Un 75 por ciento de todas las empresas estudiadas podía automatizar la producción y sólo el 25 por ciento controlar el proceso;

(b) El 28 por ciento tenía un equipo de producción con menos de 10 años de antigüedad; el 47 por ciento tenía entre 10 y 20 años, y el 25 por ciento más de 20 años;

(c) El 84 por ciento de las empresas declaró que no tenía ningún tipo de automatización digital;

(d) El 76 por ciento de las empresas declaró que carecía de conocimientos en materia de automatización industrial.

**Cuadro 4. Estructura de las empresas de Sao Paulo, en 1984**

Regiones principales	Aspectos principales	Empresas pequeñas (menos de 50 empleados)	Empresas medianas (50 a 500 empleados)	Grandes empresas (más de 500 empleados)	TOTAL
Gran Sao Paulo	Núm. de empresas	12.000	3.500	500	16.000
	Núm. de empleados	200.000	500.000	600.000	1.300.000
Interior del Estado	Núm. de empresas	7.000	1.500	200	8.700
	Núm. de empleados	100.000	200.000	250.000	550.000
Total	Núm. de empresas	19.000 (76%)	5.000 (4%)	700 (4%)	24.700 (100%)
	Núm. de empleados	300.000	700.000	850.000	1.850.000

Fuente: Fiesp, Anapemei y SICCT.

El presente informe muestra una situación ya conocida en todos los países de reciente industrialización y un gran potencial de automatización industrial, especialmente en las empresas de tamaño pequeño y mediano.

Por lo que se refiere al tipo de producción (producción en gran escala, lotes medianos y pequeños de productos) no se dispone de cifras. Las grandes empresas (por ejemplo, en el sector del automóvil) no tienen tan diversificados los productos como en el extranjero, y la ventaja de una mano de obra barata parece ser la razón principal de la competitividad de los productos brasileños en el mercado mundial. La flexibilidad aún no es decisiva.

La gran mayoría de las empresas pequeñas y medianas, como ya se ha dicho, no tienen ningún tipo de PLC, o máquinas herramientas CNC y, al parecer, existe un gran mercado para los próximos años. La expansión de los sistemas basados en computadoras personales puede tener una fuerte repercusión inmediata en la organización de la producción del sector industrial brasileño. En 1986, sólo una empresa de máquinas herramientas del Brasil anunció un FMS, que puede clasificarse con más propiedad como una línea de transferencia flexible. Otra empresa comenzó un proyecto FMC. Ambas empresas son multinacionales.

#### 2.5.2 Política de informática y de microelectrónica en el Brazil

##### Antecedentes históricos y generales de la política

Durante el período 1970/1976 el número de computadoras importadas aumentó a una tasa anual media del 56.7 por ciento. En 1974 ese rubro ocupaba ya el tercer lugar en las importaciones de manufacturas y cobró especial importancia en la primera crisis de balanza de pagos que el aumento de los precios del petróleo provocó en el Brasil durante el decenio de 1970. De resultados de lo anterior, en 1975 se dispuso que en lo sucesivo todas las importaciones de computadoras, piezas, accesorios y componentes requerirían la autorización previa del Gobierno por conducto de la CAPRE, establecida en 1972 para promover una utilización más eficiente de los equipos informáticos en la administración pública brasileña.

En 1976 se pidió a la CAPRE que elaborara una estrategia para impulsar el desarrollo de la industria local de computadoras, por lo cual, en 1978 la CAPRE escogió a la empresa (estatal) COBRA y a cuatro empresas privadas locales para que fabricaran minicomputadoras con tecnología propia, importada o adquirida bajo licencia. Más tarde, en 1981, se autorizó la empresa IBM para que fabricara computadoras de la serie 43xx. Ello permitió reducir las importaciones de minicomputadoras prácticamente a cero.

Por otra parte, la aplicación creciente de la informática en el Brasil, condujo a la creación de la Secretaría Especial de Informática (SEI) (octubre de 1979). Tras la creación del SEI se aprobaron varias decisiones normativas.

En vista de la utilización creciente de técnicas numéricas en diferentes ámbitos industriales y tecnológicos, la SEI no se limitó ya a actuar en el ámbito de la informática tradicional, sino que comenzó a hacerlo también en los de la microelectrónica, la teleinformática, la automatización de los proyectos y de la producción industrial, el control de procesos, la instrumentación, los programas y los servicios.

En consecuencia, se autorizó a la SEI a:

(a) Controlar las importaciones de esos productos acabados, así como de sus piezas y componentes y de los bienes de capital necesarios para fabricarlos;

(b) Controlar la instalación y la expansión de empresas en esos sectores del mercado de la informática;

(c) Controlar las adquisiciones gubernamentales de productos y servicios informáticos, dando especial preferencia a los proveedores nacionales;

(d) Examinar y aprobar las solicitudes referentes a contratos con proveedores de tecnología extranjera.

En su mayoría, esas disposiciones y reglamentos se incorporaron en una nueva ley de informática aprobada en octubre de 1984. La ley codificó y confirmó la estructura reglamentaria existente.

(a) La informática y el concepto de empresa nacional

Con arreglo a la ley la informática abarca múltiples actividades, incluidas las que guardan relación con productos tales como los soportes físicos y lógicos (hardware y software), la informática microelectrónica, la prestación de servicios a terceros, por ejemplo, tratamiento de datos, perfeccionamiento de sistemas de soporte lógico, mantenimiento de equipos y programas, proyectos técnicos de automatización de procesos y de la fabricación, integración de sistemas, corrientes de datos a través de las fronteras, etc.

Teniendo en cuenta que una parte importante de la capacidad brasileña en informática se ha adquirido gracias a la acción de empresas privadas locales y que la ley protege a esas empresas mientras forman parte de una industria incipiente, ésta define el concepto de empresa nacional en términos muy precisos. Se trata de ... "las empresas que, habiendo sido constituidas en el Brasil, tengan su sede principal en el país, cuyo control esté a cargo en forma permanente, exclusiva y completa, de personas con residencia y domicilio en el Brasil o de entidades nacionales de carácter público. Por control se entiende:

- El poder de decisión;
- El control de la tecnología, incluida la capacidad para concebir, generar, adquirir, transferir y modificar la tecnología;
- El control del capital, en el sentido de poseer, directa o indirectamente, por lo menos las dos terceras partes del capital, incluida la capacidad efectiva o potencial de control sobre las votaciones, y por lo menos el 70 por ciento del valor del capital social."

(b) Protección y Compromisos de las Empresas

La SEI ha adoptado las medidas restrictivas ya citadas para proteger a las empresas nacionales hasta que puedan competir en los mercados internacionales. El control de las importaciones de bienes y servicios de procesamiento electrónico de datos y de los componentes necesarios para fabricar esos bienes no debería prolongarse más allá de 1992 (un período de 8 años iniciado en 1984). Para ayudar a las empresas nacionales, el Gobierno aplicará una política de reserva de mercado y de incentivos financieros y fiscales de diversa índole.

También en este caso la SEI es el órgano que se ocupa de dar esos incentivos y las empresas deben solicitarlos individualmente y "comprometerse a desarrollar su capacidad tecnológica y a utilizarla eficazmente de forma que contribuyan a desarrollar la capacidad nacional en materia de informática".

Sin embargo, la experiencia demuestra que durante los últimos años las empresas no han hecho suficiente hincapié en la investigación y el desarrollo; que se observa asimismo que está aumentando la brecha tecnológica y que los precios de las computadoras brasileñas son muy altos (más de tres veces superiores a los de las computadoras en los Estados Unidos).

La ley dispone asimismo "... que en el caso de productos y servicios informáticos que se consideren de interés especial para el país y para los cuales no haya ninguna empresa nacional capaz de cubrir las necesidades efectivas de la demanda interna aplicando su propia tecnología, se podía considerar la posibilidad de recurrir a empresas que no sean nacionales (extranjeras o conjuntas), a condición de que:

- Inviertan en I y D un porcentaje, que fijará el Gobierno, de sus ingresos brutos totales;
- Presenten un plan de exportaciones;
- Establezcan programas para promover la oferta local ..."

En la práctica, se ha invertido poco capital extranjero en la esfera de la informática desde la aprobación de la ley por el Congreso. En vista de la rapidez del cambio tecnológico en el ámbito de la informática y de las sumas considerables que se requieren para impulsar la I y D, es difícil precisar durante cuánto tiempo el Brasil podrá continuar aplicando una línea de conducta tan restrictiva. Varias organizaciones industriales brasileñas, incluidas la FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo) están abogando por que se aplique una política más abierta y, en todo caso, una que dé cabida a las empresas mixtas.

Algunos resultados de la política brasileña de informática

(a) Computadoras y dispositivos periféricos

En 1976 la participación brasileña en el mercado era prácticamente nula, mientras que en 1980 el 19 por ciento de las 8.844 computadoras instaladas eran de fabricación nacional y para 1984 el número total de computadoras

ascendía a 153.202, de las cuales el 5 por ciento procedía de empresas transnacionales. Traducida a valores monetarios, la participación de la industria nacional ascendió en 1984 a 1.100 millones de dólares de un total de 4.400 millones (25 por ciento). Se calcula que en 1985 había una base instalada por un valor de 5.800 millones de dólares, de los cuales el 10 por ciento era de participación nacional. Esas cifras se explican si se tiene en cuenta que la industria nacional sólo produce microcomputadoras y minicomputadoras. Las demás computadoras y en particular las unidades centrales de proceso, se importan o son suministradas por empresas transnacionales como la IBM.

En el cuadro 5 se presentan los ingresos de los fabricantes de computadoras y dispositivos periféricos en el mercado brasileño. La evolución de la industria nacional ha sido notable, especialmente en el mercado de computadoras personales y de microcomputadoras.

**Cuadro 5. Ingresos de la industria manufacturera de computadoras y dispositivos periféricos en el mercado Brasileño**

En millones de dólares EE.UU.

Origen	Año	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Empresas nacionales		190	280	370	558	658	867	1165*	1450*
Empresas extranjeras y mixtas		640	580	670	950	800	881	1143*	1430*
<b>TOTAL</b>		<b>830</b>	<b>860</b>	<b>1040</b>	<b>1508</b>	<b>1458</b>	<b>1748</b>	<b>2308</b>	<b>2880*</b>

\* Cifras estimadas preliminares.

En 1985 había 240 empresas nacionales y 30 empresas extranjeras o mixtas (proveedoras de unidades centrales de proceso) registradas en la SEI.

**(b) Sistemas de soporte lógico (Software)**

El mercado brasileño de los sistemas de soporte lógico se caracteriza por el predominio de los proveedores extranjeros. Hasta julio de 1986, cerca del 86 por ciento de los sistemas de soporte lógico utilizados en el país eran sistemas creados en el extranjero comercializados en el Brasil por filiales de empresas extranjeras. En la actualidad unas 600 empresas locales operan en ese mercado. En 1983 obtuvieron ingresos por un monto de 105 millones de dólares. Por regla general se trata de empresas pequeñas e insuficientemente capitalizadas.

En el Congreso se está discutiendo una nueva ley para poner coto a las imitaciones fraudulentas generalizadas y para alcanzar una capacidad propia en el ámbito de los sistemas de soporte lógico, con arreglo a la cual:

- Se establecería un sistema obligatorio de registro y licencias;
- La protección jurídica de los soportes lógicos descansaría en el derecho de autor;
- Se reduciría el periodo de protección;
- Sólo empresas nacionales tendrían derecho a beneficiarse de subsidios o incentivos;
- Se aplicarían diferentes restricciones a los sistemas de soporte lógico extranjero.

Por ahora no hay consenso entre los diferentes sectores de la industria en cuanto al contenido o a la oportunidad de esta ley.

### (c) Microelectrónica

En 1985 el mercado brasileño de la microelectrónica generó unos 266 millones de dólares y se calcula que en 1986 habría generado unos 300 millones de dólares. Si se mantiene la tasa de crecimiento del mercado, que es del 17 por ciento, en 1990 generaría más de 500 millones de dólares.

Algunas empresas brasileñas han comenzado a fabricar microestructuras y en particular de microplaquetas diseñadas en el Brasil según pedido, aunque las máscaras se fabrican en los Estados Unidos y luego se montan y ensayan localmente. Las empresas extranjeras que operan en el mercado de la microelectrónica no han ido más allá de la etapa del montaje (lo que probablemente se debe asimismo a las restricciones legales vigentes en el Brasil).

En 1986 la producción estimada de la industria microelectrónica nacional fue de 50 millones de dólares y es probable que para finales del decenio ascienda a 150 millones de dólares.

### 2.5.3 Estrategias para promover la automatización industrial

Debido al alto contenido de tecnología de las estructuras de producción informatizadas y a la magnitud de las inversiones necesarias para introducir esa tecnología en las fábricas, es evidente que en los países en desarrollo éstas no pueden difundirse tan rápidamente como en los países industrializados.

La aplicación de la microelectrónica está aumentando aceleradamente en las ramas metalúrgicas. Por ejemplo, en la República Federal de Alemania en 1978 tan sólo el 5 por ciento de las instalaciones contaban con equipos digitales (CLP, CNC, etc.); en 1986 el 34 por ciento de ellas contaba con dichos equipos y se calcula que para 1991 se utilizarán en el 57 por ciento de las instalaciones. En la actualidad, tan sólo el 5 por ciento de las empresas prescindían enteramente de la microelectrónica. La situación también ha

cambiado radicalmente en este sentido: en 1978, sólo el 16 por ciento de los productos de esas empresas se fabricaron con la ayuda de técnicas digitales, mientras que en 1986 se utilizaron en la fabricación de más del 76 por ciento de los productos. La evolución de los costos de los equipos digitales también tiene gran importancia: en 1978, el 16 por ciento de los costos totales de la maquinaria eran imputables a la electrónica, mientras que en 1986 ésta sólo generó el 14 por ciento de los costos, pese a que los costos globales aumentaron. Cabe comparar estos porcentajes con los datos estadísticos sobre la industria brasileña que figuran en la sección 2.

De resultas del alto grado de automatización de las fábricas (que no requieren dotación de personal), está disminuyendo la importancia que tienen como incentivo los bajos costos de la mano de obra en algunos países. Es probable que en el futuro próximo sólo algunos factores -la proximidad de las fuentes de materias primas o los costos del transporte- podrán inducir a las empresas transnacionales a instalar unidades de producción en los países de reciente industrialización (PRI).

#### (a) Difusión de tecnologías nuevas en el sector industrial

Para la mayoría de las empresas el primer paso no ha de ser necesariamente la adquisición de máquinas herramientas CNC o robots industriales, pero deben considerar la posibilidad de introducir tecnologías de CAP, CAD y CAE. Si decidieran incorporarlas, se verían obligadas asimismo a reorganizar los sistemas de gestión, a reformular las estrategias comerciales y, sobre todo, a reestructurar la organización de la producción y las corrientes de materiales, etc., para lo cual las empresas pequeñas y medianas podían utilizar sistemas gobernados por computadoras personales (CP). En 1985, en el mercado estadounidense se introdujeron 4.460 sistemas regulados por minicomputadoras MRP II, 2.218 sistemas regulados por CP y 712 sistemas controlados por unidades centrales de proceso. Se calcula que en 1990 la demanda de minicomputadoras y de CP en ese mercado aumentará en un 39 por ciento y en un 54 por ciento, respectivamente.

La difusión de las tecnologías de CAD/CAE también puede basarse en sistemas más pequeños. En un primer momento, no sólo había sistemas complejos y de gran capacidad, controlados por unidades centrales de proceso, cuyo precio oscilaba entre los 500.000 y 1 millón de dólares. Luego surgieron los sistemas más pequeños regulados por minicomputadoras, cuyo costo varía entre 100.000 y 350.000 dólares y hoy se pueden conseguir estaciones de trabajo autónomas de 32 bit, a precios que oscilan entre los 30.000 y los 100.000 dólares. Durante los últimos años los sistemas regulados por CP que cuestan entre 2.500 y 7.500 dólares, han dado excelentes resultados, principalmente en el caso de las pequeñas empresas. Además de estas estaciones de trabajo CAD controladas por CP, se pueden adquirir sistemas de soporte lógico de programación por control numérico.

La instalación gradual de estaciones de ese tipo puede contribuir a sentar las bases para impulsar algunos aspectos de la integración y las tecnologías de comunicación (RL = Redes locales) están próximas a convertirse en una de las más importantes tecnologías que permiten alcanzar los primeros niveles de CIM a bajo costo. Con un buen plan de inversiones la mayoría de las empresas podrán aprovechar la microelectrónica a bajo costo, lo que les

permitirá programar la producción sobre la base de decisiones adoptadas "justo a tiempo". Sin embargo, cabe recordar, que cuando se utiliza este método, la carga de los gastos de inventario se transfiere a los proveedores y que dicho método sólo puede ser eficaz si los proveedores son fiables, están bien organizados y comprenden la importancia de la calidad.

A la hora de evaluar los sistemas de fabricación flexible (FMS) y su importancia para los países del Grupo Andino, es preciso tomar varios factores en cuenta. En un estudio publicado recientemente en Inglaterra, los FMS se definen en los términos siguientes (J.G. EDGHILL, 1986):

"La fabricación flexible es un sistema que combina la microelectrónica y la ingeniería mecánica para aprovechar las economías de escala en la producción en lotes. Una computadora central en línea controla mecánicamente las máquinas herramientas y demás estaciones de trabajo, así como el traslado de los componentes, y de las herramientas. La computadora desempeña asimismo las funciones de supervisión y control de la información. Esta combinación de flexibilidad y de control general permite producir toda una serie de productos en pequeñas cantidades".

Según el estudio, en 1984 había unos 107 FMS en todo el mundo. Por regla general se trata de sistemas muy costosos, complejos y totalmente automatizados, es decir, que prescinden de la mano de obra. Se cree que en los países del Grupo Andino el primer paso hacia la implantación de FMS ha de consistir en introducir flexibilidad en la utilización de las máquinas herramientas CNC; más tarde podrán introducirse asimismo células de fabricación flexible (FMC), si es necesario. El desafío de los FMS no radica en la introducción de sistemas de supervisión informatizados, sino en alcanzar una automatización mucho mayor de cada operación mediante sistemas de transporte y robots industriales. No es evidente que haya necesidad de dar de inmediato un alto grado de flexibilidad a las estructuras de producción en los PRI, al menos en el caso de aquellas que abastecen principalmente al mercado interno.

A continuación, es necesario examinar la cuestión de las normas. En los países industrializados se han hecho importantes esfuerzos con el propósito de establecer normas de aplicación universal. En la esfera de las comunicaciones, la Organización Internacional de Normalización (ISO), ha conseguido importantes resultados, que se están transfiriendo a la esfera industrial en el marco del proyecto MAP/TOP, utilizando el Modelo OSI. Otra esfera importante en que esas normas comienzan a utilizarse con éxito (por ejemplo, GKS, IGES, etc.), es la de la elaboración electrónica de gráficos y la del intercambio de datos sobre productos CAD. Para los PRI las normas revisten gran importancia estratégica, primero, porque permiten obviar la necesidad de organizar la producción verticalmente en las empresas, y luego, porque permiten distribuir el trabajo racionalmente en unas estructuras industriales heterogéneas. Además, la aplicación de normas es una garantía de una apertura a nuevos desarrollos tecnológicos en los países industrializados.

(b) Desarrollo de soporte lógico (software)

Como ya se ha explicado, más que los propios productos lo que parece tener mayor prioridad son los aspectos técnicos de la automatización en su conjunto. Debe hacerse un gran esfuerzo para pasar de procedimientos

operativos manuales a procedimientos basados en computadoras. Esto explica por qué tiene tanta importancia el desarrollo del soporte lógico. Los países de reciente industrialización tienen grandes posibilidades en este terreno y, si se utilizan herramientas mecánicas con soporte lógico moderno, los productos resultantes pueden ser competitivos en el enorme mercado mundial, que en 1987 tendrá un valor de 55.000 millones de dólares. El mercado de sistemas (el conjunto de la dotación física -hardware- y el soporte lógico) crece con rapidez y es indispensable para la propagación de nuevas tecnologías de computadoras en empresas pequeñas y medianas.

Las nuevas técnicas de inteligencia artificial encuentran cada día mayor aceptación. En los países de América Latina, la inteligencia artificial no significa visión robótica o la comprensión de idiomas naturales. Las nuevas aplicaciones de sistemas especializados también pueden resultar caras y de desarrollo muy costoso. Ahora bien, nada puede objetarse a la introducción de técnicas de programación heurística para el desarrollo de sistemas propios de CAP, CAPP, CAD, CASE, etc. No es preciso esperar hasta la llegada de avanzadísimas computadoras y estaciones de trabajo de la quinta generación para introducir sistemas basados en el conocimiento, por ejemplo, en la localización de materiales, en el diagnóstico de averías de máquinas o para prestar asistencia a técnicos no especializados en el uso de maquinaria tan avanzada. Algunas aplicaciones se encuentran ya en funcionamiento en sistemas basados en computadoras personales.

#### (c) Los productos microelectrónicos como sector industrial

El hecho de poseer la capacidad de desarrollar y producir máquinas herramientas de control numérico por computadora, CLP, computadoras y estaciones de trabajo es una ventaja de los países industrializados respecto de los países de reciente industrialización, pero no se sabe a punto fijo si estos últimos pueden explotar estos sectores en competencia con las empresas transnacionales, porque la tecnología evoluciona con rapidez y la duración práctica de los productos es muy corta (por ejemplo, de 3 a 5 años en el caso de las máquinas herramientas CNC). Los gastos de desarrollo son elevadísimos: una nueva generación de CLP puede costar algunos cientos de millones de dólares. A título de ejemplo, el Brasil y la Argentina colaboraron recientemente en un proyecto denominado ETHOS (Estaçao de Trabalho Heurística Orientada à Engenharia de Software), pero ambos países aportaron en conjunto sólo un millón de dólares en 1987. En el Brasil, los usuarios pagan precios elevados por los CLP y las CNC, etc., de fabricación local, lo que también significa un ritmo muy lento de propagación en la industria.

Al final de esta sección se cita solamente la función de la educación y de la capacitación de recursos humanos calificados porque es un problema bien conocido de los países en vías de industrialización que se enfrentan a nuevas tecnologías. Es preciso dominar todo el ciclo tecnológico (investigación básica, desarrollo técnico y aplicación industrial) para poder innovar. Los países de reciente industrialización, como el Brasil, tienen que dedicar demasiada atención a los problemas sociales y los relacionados con la deuda externa como para poder reunir los recursos financieros necesarios para la investigación y el desarrollo en el terreno de la microelectrónica. Por ello, la cooperación técnica internacional es una necesidad para los países de reciente industrialización. La historia demuestra que las naciones

desarrolladas han impuesto su tecnología avanzada a los países en desarrollo que a menudo no poseen los conocimientos necesarios para utilizarla y mantenerla, ni tampoco la infraestructura para aplicarla. Como en el caso de cualquier otra tecnología, la "siembra" de la automatización en un país exige no sólo que se disponga de medios tecnológicos y económicos, sino que debe prepararse también el terreno cultural. Incluso después de mucha labor de adaptación por tanteo en un país, las metodologías sencillas para la adaptación de una tecnología no serán suficientes. Es preciso encarar de nuevo la síntesis de esa tecnología teniendo presente la idiosincrasia de la nueva cultura.

#### 2.5.4 Conclusiones

Existen grandes diferencias entre las políticas aplicadas por distintos países de reciente industrialización (PRI) para la difusión de tecnologías basadas en la microelectrónica en el sector de bienes de capital. Algunos PRI, como Corea y Singapur, poseen un mercado interno insignificante y están invirtiendo para exportar productos al mercado mundial. Dependen en gran medida de la competitividad de sus productos y la participación de capital y tecnología de países desarrollados en el sector industrial local es muy elevada.

Algunos PRI, como el Brasil, adoptaron otro método, protegiendo el mercado interno con mecanismos de reserva de mercados y otras restricciones al capital y los productos extranjeros. Se supone que el mercado interno es suficientemente grande, pero es inevitable cierto desajuste entre las tecnologías locales y las procedentes de países desarrollados. Las situaciones conflictivas internas y externas pueden contribuir a que aumente este desajuste, que resultaría así insostenible a largo plazo para la industria local.

Sobre la base de la experiencia brasileña, se han formulado algunas sugerencias que pueden ser de interés para los países miembros del Grupo Andino.

### 2.6 La situación de las industrias de bienes de capital de los países Andinos frente a las nuevas tecnologías de información

#### 2.6.1 Bolivia: Programa de microelectrónica en el sector de bienes de capital. Por Ramiro Fernández (Bolivia)

La actividad desarrollada en microelectrónica en Bolivia no está totalmente documentada por la falta de información que permita determinar el uso de microprocesadores dentro de los procesos de producción en los diversos sectores de la industria.

Los microprocesadores, hasta el momento han sido incorporados en contadas industrias del país.

La mayoría de las fábricas pueden considerarse como medianas y pequeñas, debido a su capacidad de producción instalada y a la producción anual de productos terminados.

La introducción de procesos controlados por microprocesadores significaría costos de inversión y por supuesto una demanda en el mercado local, hecho que en el momento no se ha dado y que tampoco se dispone de datos acerca de un posible mercado potencial.

Es evidente que la diferencia tecnológica existente entre los países del Grupo Andino, es en el caso de la microelectrónica, bastante grande, lo cual impide planificar en forma integrada acciones que permitan un desarrollo más acelerado en todos los países.

En este sentido es necesario crear las estructuras básicas que permitan tener un concepto claro del papel de la microelectrónica en el desarrollo industrial del país. Para el efecto se sugirió la creación de un Comité similar al de metalmecánica, que esté destinado a cumplir, en forma inmediata con las siguientes funciones:

(a) Planificar y elaborar un plan de trabajo:

- Coordinar acciones conjuntas con entidades internacionales a fin de obtener asistencia técnica y financiamiento.
- Levantar un diagnóstico del sector microelectrónica
- Estudiar la oferta y demanda de bienes de capital en este sector, así como identificar los sectores prioritarios potenciales;

(b) Elaboración de un directorio de instituciones relacionadas a la microelectrónica así como detectar bolsas de contratación en el sector;

(c) Propiciar la realización de encuentros a nivel nacional y de la subregión a fin de mantener estrecha relación con entidades afines al sector mediante exposiciones, seminarios, etc., y

(d) Permitir la capacitación de recursos humanos en los diversos aspectos del programa de bienes de capital y bolsas de subcontratación.

La información que se recibiría a partir de esas acciones permitirían tomar medidas rápidas, en cuanto al uso de microprocesadores en la industria y la capacidad de adecuación que tendría el país para que el cambio de tecnología sea favorable en relación a su reactivación económica.

La reactivación industrial debe partir de soluciones locales, que permitan el desarrollo de la industria nacional por áreas que sean prioritarias y que mediante un estudio de mercado justifique el traspaso de tecnología hacia la microelectrónica. Para esto es estrictamente necesario que el Grupo Andino abra mercados destinados a posibilitar el crecimiento y nacimiento de industrias competitivas.

Esta apertura de mercados será tanto para productos obtenidos de industrias de bienes de capital como para la elaboración y diseño de controladores microprocesados producidos localmente.

Para realizar una reactivación industrial que permita llegar a la exportación, es necesario contratar expertos en áreas diferentes, los cuales, mediante su evaluación permitan incentivar la introducción de microprocesadores en determinados sectores de producción y de esta manera mejorar el producto, incrementar la producción, desplazar el contrabando y llegar a la exportación.

Es evidente que las necesidades de Bolivia serán similares a las de los demás países Andinos en años anteriores, por lo que es necesario tener conocimiento exacto de la oferta y la demanda de bienes de capital que pueda existir en el país y en los países del área.

Asimismo, es necesario conocer las necesidades de otros grupos de inversión para de esta manera, ingresar en la fase de fabricación de determinados elementos.

Debido a la importancia que significa el programa de bienes de capital, es necesaria la inmediata participación de Bolivia, en cuanto se refiere al sector de microelectrónica, desarrollando labores conjuntas con los demás países Andinos.

Es indispensable que este intercambio de experiencias sean llevadas a cabo mediante la participación de organismos técnicos en el país y las tareas que se desarrollen en el sector sean llevadas a cabo por instituciones apropiadas.

2.6.2 Colombia: Actividades desarrolladas en el sector de bienes de capital. Por Demetrio Martinez, Gonzalo Castellanos y Carlos Garzón (Colombia)

Programa de bienes de capital

El Programa tiene un énfasis muy fuerte hacia la selectividad. Se trabaja a nivel de productos y no a nivel de sectores. Los objetivos son la identificación de productos susceptibles de producción por la industria nacional en el corto/mediano y largo plazo.

El programa basado en los siguientes criterios, priorizó algunos productos en las categorías A, B y C, para su investigación monográfica detallada:

- A. Consumo aparente promedio por año mayor o igual a \$US 2 millones;
- B. Participación de las importaciones en el consumo aparente superior a un 70 por ciento; y
- C. Factibilidad de producción desde el punto de vista tecnológico, es decir que las tecnologías no sean excesivamente complejas o secretas.

El P.B.C. funciona esencialmente a través de los siguientes proyectos:

(a) Proyecto de monografías

En el proyecto de monografías se analizan los productos escogidos a nivel detallado teniendo en cuenta en especial los siguientes puntos:

- i. Análisis de mercado
  - Análisis de la demanda
  - Análisis de la oferta
  - Proyección de la demanda
- ii. Desagregación modular del producto
- iii. Análisis del mercado y de la factibilidad de producción, de los módulos desagregados
- iv. Identificación de problemas de índole tecnológica relacionados con la producción local.
- v. Identificación de problemas de índole financiera, de políticas, de capacitación, etc
- vi. Conclusiones y recomendaciones.

(b) Proyecto de promoción industrial

En el proyecto de promoción industrial se implementan a nivel público y privado las acciones necesarias para que las recomendaciones a nivel de las monografías de producto se convierten en realidades. Las acciones están dirigidas a dos niveles:

- i. Público
- ii. Privado

A nivel público se promueve en el interior de las empresas estatales, la desagregación tecnológica de las licitaciones y compras. Se impulsa la creación de los NAIS (Núcleos de Articulación Industrial) dentro de las empresas estatales.

A nivel privado se establecen contactos con las agremiaciones profesionales e industriales para difundir los resultados de los estudios monográficos, e inclusive se promueve la creación de gremios cuando éstos no existen previamente.

(c) Proyecto de promoción y desarrollo tecnológico

Este proyecto busca incentivar aspectos relacionados con el control de calidad, promover la realización de actividades de investigación y desarrollo, la programación de prototipos, etc. Actúa en estrecho contacto con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, en el caso Colombiano con Colciencias, así como con las entidades de preinversión. Se ocupa de la promoción y recomendaciones sobre recursos humanos.

(d) Proyecto de instrumentos macroeconómicos

En este proyecto se trabaja en la identificación y promoción de políticas a nivel macro, que sirvan de orientación al Gobierno Nacional, para mejorar la actuación de las empresas industriales y ayudar a resolver problemas que se presentan. Actualmente son áreas prioritarias de este proyecto:

- Desagregación de compras estatales a fin de aprovechar el poder de compra del estado, en los sectores donde éste es más importante (p.e. telecomunicaciones).
- Regimen de ensambles, en especial de fijación de metas de integración en la producción y la definición y criterios para declarar productos nacional a una firma.
- Políticas y mecanismos de financiación dirigidos al productor nacional a fin de situarlo en igualdad de condiciones con el extranjero.
- Regimen arancelario.

(e) Proyecto de sistema de información

El proyecto denominado de sistemas de información se dirige a mantener un centro de documentación e información no solo para el mismo PBC sino para los industriales y demás entidades interesadas en las actividades del programa.

Algunos resultados del programa

Monografías Se han realizado hasta el momento, monografías sobre los siguientes productos:

- (a) Centrales de computación
- (b) Microcomputadores
- (c) Control e instrumentación electrónicos
- (d) Termostatos
- (e) Hornos industriales
- (f) Interruptores y seccionadores.

Promoción industrial:

(a) Como resultado de las monografías se han impulsado empresas para la fabricación de los siguientes productos:

- (i) Onduladores e inversores para centrales telefónicas
- (ii) Teléfonos públicos monederos y privados
- (iii) Baterías industriales
- (iv) Circuitos impresos de doble faz
- (v) Fuentes de proceso por conmutación;

(b) Otro resultado interesante de este proyecto (Promoción industrial) fue el de impulsar la creación y fundación de ASESEL, Asociación de Entidades del Sector Electrónico, que actualmente agrupa unas 34 empresas;

(c) A nivel de la creación de núcleos de articulación con la industria deben destacarse los formados en ECOPETROL, y actualmente en ISA (Interconexión Eléctrica S.A.) así como en la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá. Se están impulsando estas actividades en las empresas de telecomunicaciones tales como TELECOM y como la Empresa de Teléfonos de Bogotá;

(d) Se ha impulsado el decreto de creación de los NAI en las empresas del estado esperándose su sanción gubernamental en corto plazo.

Finalmente en cuanto al proyecto de instrumentos macroeconómicos debe mencionarse un estudio próximo a concluir, sobre fuentes de financiación. Adicionalmente a esto, las monografías, en especial las relacionadas con productos del sector de electrónica, han presentado sugerencias y observaciones concretas sobre compras estatales, régimen de ensamble y política arancelaria en este sector. En la actualidad el Programa ha prestado su asesoría al Gobierno Nacional, en la elaboración de su política sobre informática.

#### Nuevas tecnologías en la automatización de la industria

Dentro del tema específico de las nuevas tecnologías de información en la industria, no existen estudios serios ni documentados sobre su difusión en el sector de bienes de capital. Existen experiencias esporádicas, iniciadas individualmente por empresas e instituciones y que han sido propuestas a Colciencias buscando apoyo y financiación:

##### (a) Control numérico

Las máquinas de control numérico han comenzado a entrar en pequeña proporción en algunas empresas del sector metalmecánico por iniciativa a ellas mismas.

El convenio SENA-ITALIA se ejecuta con el propósito de montar un centro de maquinado CN para entrenar personal a nivel de operario y técnico en mantenimiento. El reflejo de FEDEMETAL en este proyecto, ha planteado la necesidad de capacitar en la forma de "alfabetización en CN" a industriales y gerentes del sector metalmecánico utilizando la infraestructura que se instaló con este convenio.

La Universidad EAFIT con sede en Medellín incorpora dentro de su programa de estudios de la carrera de ingeniería de producción cursos sobre control numérico, relacionados tanto a la producción en sí misma, procedimientos, materiales como a la automatización de las máquinas y la programación de las mismas.

La Fundación TECNOS realiza a través de FEDEMETAL y la Fundación Nueva Colombia Industrial un estudio para la Junta del Acuerdo de Cartagena sobre el impacto de estas nuevas tecnologías en el sector metalmecánico. Dicho estudio

que aún no se ha concluido pretende además investigar directamente en las empresas colombianas a través de encuesta los aspectos que inciden en la difusión y aceptación de esta tecnología.

(b) CAD

Varias universidades, entre ellas la Universidad Nacional y la Universidad de los Andes y otras entidades privadas han manifestado su interés en crear centros de diseño y desarrollo de productos para sectores diferentes de la economía (agricultura, metalmecánica, textiles, cuero, etc) utilizando los sistemas CAD como herramienta de diseño. A este respecto se ha consolidado un grupo de trabajo basado en Colciencias con participación de los interesados para estudiar las diferentes alternativas de implementación y de organización de estos centros, discutiéndose al momento varias alternativas que van desde centros únicos para cada sector hasta fortalecimiento o creación de grupos de trabajo específicos de diseño en universidades e industrias en los sectores. Se realizará un viaje de observación a varios países latinoamericanos y Estados Unidos para analizar aspectos administrativos, gerenciales y técnico-operativos de experiencias en esos países con el propósito de allegar ideas que ayuden al proceso de tomar una decisión en este asunto.

(c) Robótica

No existen mayores experiencias industriales en esta área. Algunas asociaciones de capital extranjero para el ensamblaje de automóviles en el país han expuesto planes para introducir parcialmente robots en algunos de sus procesos de fabricación.

La Universidad Nacional ha constituido un grupo interfacultades para la exploración de este tema que aún se encuentra en la fase de formulación de proyectos.

La Universidad Industrial de Santander recibió un apoyo de la Presidencia de la República para iniciar trabajos en este tema.

(d) Apoyo institucional

Colciencias viene desarrollando acciones de apoyo a la industria en general dentro del objetivo de fomentar el desarrollo tecnológico de las empresas.

A este respecto realiza programas en los siguientes tópicos:

- Apoyo a la creación y fortalecimiento de centros de desarrollo tecnológico en los sectores económicos industriales. Se destaca el esfuerzo de creación como sociedad de economía mixta del centro de desarrollo tecnológico para el sector electrónico CENITFL.
- Financiación de proyectos de desarrollo de nuevos productos en las empresas.

- Apoyo a la creación y fortalecimiento de agremiaciones de profesionales e industrias.
- Realización de estudios sobre el sector: La Asociación de Entidades del Sector Electrónico - ASESEL- realiza al momento un censo nacional de productos.
- Establecimiento de mejores relaciones entre el sector electrónico y otros sectores económicos productivos en el aspecto de uso de la electrónica en productos y procesos.
- Mejoramiento de la capacidad de negociación de proyectos o campos que producen hardware y software en las entidades, empresas e industrias privadas y públicas del sector.

Finalmente Colciencias participa en la formulación del Plan Indicativo de Informática, dentro del Comité Asesor del Ministerio de Desarrollo.

#### Algunas cifras sobre el sector electrónico (Hardware)

Cerca del cincuenta por ciento del mercado de electrónica profesional está conformado por las compras estatales y, en telecomunicaciones la demanda se concentra en un 90 por ciento en cinco empresas: TELECOM, y Empresas de Teléfonos de Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla.

En tan solo cinco años (1978-1982) las importaciones de maquinaria y equipo electrónico pasaron de representar el 19 por ciento del total de las importaciones de bienes de capital al 29 por ciento, en tanto que el consumo aparente paso de \$US 31 millones en 1972 a \$US 292 millones en 1982; es decir que presentó un crecimiento anual del 22 por ciento, superior al crecimiento promedio de la demanda nacional.

Las tasas de crecimiento promedio anual del consumo aparente indican que el mercado nacional de bienes crece en dólares corrientes a una tasa promedio del 16 por ciento; mientras que la respectiva tasa de crecimiento de equipo electrónico lo hace al 21 por ciento.

Entre 1979 y 1982 la electrónica participó aproximadamente en el 4 por ciento de las importaciones totales y acumuló un déficit de 13.5 por ciento del déficit acumulado nacional.

De las 81 posiciones arancelarias incluidas en el ámbito de la electrónica solo 31 registran algún tipo de producción (38.2 por ciento).

El 91 por ciento del consumo aparente nacional en electrónica es importado.

La participación de las importaciones de insumos del sector electrónico es apenas de un poco más del 1 por ciento del total de las importaciones de insumos utilizados por la industria.

Oferta nacional en electrónica profesional

(a) Componentes activos y pasivos

- Partes y piezas plásticas y de caucho
- Racks multiuso, standard y específicos
- Cables excepto multilínea, blindados, coaxiales
- Transformadores, choques
- Condensadores para algunas aplicaciones en potencia e iluminación
- Parlantes
- Teclados de membrana
- Circuitos impresos de una y doble cara con hueco pasante metalizado
- Placas foto procesadoras.

(b) Productos finales

- Teléfono rural, equipos de UHF y VHF
- Secretariales
- Equipos de computación, equipos de línea compartida
- Tarifadores automáticos de larga distancia
- Aparatos telefónicos
- Modems
- Terminales numéricos para control de producción controlados por PC.
- Controles de acceso con banda magnética
- SemafORIZACIÓN e iluminación pública, avisos programables
- Alarmas de todo tipo
- Equipos de entretenimiento y azar
- Equipos de control y medida
  - pH
  - Temperatura
  - Presión
  - Velocidad.
  - Voltage, fullas de tierra, etc.
- Equipos para la exploración petrolera, instrumentos para geología
- UPS
- Controles de velocidad para motores eléctricos DC/AC
- Inversores AC a DC
- Reguladores y estabilizadores electrónicos
- Cargadores de baterías
- Material didáctico para difundir el uso del procesador 280
- Cajeros de consignación rápida
- Cajeros automáticos con montos fijos
- Próximamente se iniciará la producción de fuentes por switcheo
- Generadores de tonos para telefonía.

(c) Orientación de los esfuerzos en la universidad

- Equipos de electromedicina
- Películas delgadas
- Control numérico y robótica
- Software aplicado a la organización empresarial

Número de empresas (datos estimados)

Aproximadamente	100
Inscritas en el INCOMEX	70
Afiliadas a ASESEL	34

**Empleo (datos estimados)**

Electrónica de consumo	2.100
Telecomunicaciones	700
Otras empresas de electrónica profesional	2.500
Profesionales en electrónica y sistemas	6.000

**2.6.3 Ecuador: Lineamientos generales para un programa de desarrollo tecnológico en el área de microelectrónica para bienes de capital.**  
**Por Hector Alcozer (Ecuador)**

El desarrollo de la industria de bienes de capital es una empresa a largo plazo y se requiere en la actualidad el dominio de una amplia serie de tecnologías, siendo la única manera de acortar la distancia tecnológica que diferencia a los países desarrollados de los en vía de desarrollo.

La industria de bienes de capital, que constituye, sin lugar a dudas, el fundamento de la industrialización, ha sido impactada fuertemente por las tecnologías microelectrónica y de informática, que puede incluso añadir otro factor para incrementar la actual división internacional del trabajo.

Por lo mencionado, la Comisión Ecuatoriana de Bienes de Capital juega un papel vital y necesario para delinear anticipadamente un Plan de Desarrollo Tecnológico en esta área, bajo los parámetros que se enumeran en adelante.

**Etapa I**

**Investigación y desarrollo**

De la experiencia industrial adquirida en el sector de bienes de capital en el país, se concluye que se cuenta actualmente con recursos humanos y técnicos en áreas cuya orientación está dada, por el tipo de actividad predominante en el país, que son:

- Exploración, explotación e industrialización de hidrocarburos

El Ecuador cuenta con reservas de petróleo y gas natural que necesariamente deberán ser extraídos y comercializados y/o extraídos e industrializados.

- Generación y distribución de energía eléctrica

Diferentes proyectos hidroenergéticos en ejecución y planificación otorgan una clara posición favorable al país para la distribución general, consecuentemente, existe un potencial considerable de bienes de capital que requerirá el sector.

- Explotación e industrialización agrícola y/o agroindustrial

Los productos agrícolas como el banano, café, cacao, y los no agrícolas, como el camarón y otras especies, son en la actualidad fuente de divisas para la exportación y el mercado interno, consecuentemente se derivarán en variado tipo de industria con diferentes complejidades tecnológicas.

- Sector minero

Consecuentemente, la investigación básica debe orientarse a los sectores antes señalados, con el objeto de reforzar el futuro de este desarrollo algunos productos de uso generalizado, como equipos para generación e intercambio de calor, son de amplia utilización en los sectores mencionados, por lo que una fase de desarrollo experimental puede incluir estos productos.

Etapa II

Capacitación de recursos humanos

El programa necesariamente debe capacitar orientadamente a los recursos humanos en los sectores antes señalados, incluyendo las diferentes etapas para una capacitación técnica práctica, por ejemplo, en los diseños con ayuda de computadora (tecnologías CAD) con el objeto de incrementar la capacidad no utilizada que llegue al 5 por ciento.

Etapa III

El programa de desarrollo tecnológico en microelectrónica para bienes de capital debe analizar los siguientes puntos, en lo que se refiere a actividades de apoyo:

- Información científica y tecnológica orientada
- Metodología, normalización y control de calidad
- Consultoría.

Etapa IV

Una fase importante constituye la transferencia práctica, donde se debe exhaustivamente diseñar políticas para:

- Identificar proveedores de tecnología
- Procedimientos de selección
- Técnicas de negociación y asimilación
- Técnicas de adaptación e innovación
- Y por último, las respectivas pruebas tecnológicas

Una área que el país debe desarrollar son los servicios en telecomunicaciones, dado su reciente cambio a la tecnología digital. La instalación y reparación de centrales de telecomunicaciones de diferente capacidad es un objetivo de la empresa de telecomunicaciones.

Las actividades de subcontratación son una fuente adicional de generación y transferencia tecnológica, sector al que se debe recurrir para la producción de cierto tipo de equipo periférico en el área de microelectrónica e informática.

2.6.4 Perú: Informática y electrónica en la industria de Bienes de Capital. Por Jorge Heraud (Perú)

En esta presentación se expone en forma resumida, lo que acontece en el Perú en Informática y Electrónica en conexión con la Producción de Bienes de Capital y se señalan además algunas líneas de política interna en lo referente a ciencia, tecnología e industria en relación con este tema.

En informática, la recientemente creada Secretaría Nacional de Informática ha sido ubicada a nivel de la Presidencia de la República, indicando así la voluntad política del gobierno de apoyar desde el más alto nivel de desarrollo de la informática. El nuevo proyecto de ley contempla una serie de políticas y acciones tendientes a "informatizar" el país, apoyar la acción del Estado, la educación, la industria y de modernizar al país. Educación en informática e informatizar la educación son dos de las principales líneas en el aspecto educativo introducidos por los "modulos educativos" de informática que se ha empezado a implantar en todo el país, distribuyendo así mejor las oportunidades entre los niños de escuelas del estado que no tenían acceso a computadores.

La reducción de aranceles para los computadores que no se producen en el país pero creando un prudente diferencial en los aranceles de las partes e insumos que fomenta la industria, es otra de las acciones propuestas por la Secretaría Nacional de Informática.

El sector privado en informática está representado por las numerosas empresas que comercializan computadores de todo tipo, algunos PC ensamblados en el país y la gran mayoría del extranjero. También existen numerosas empresas, de diverso tamaño, dedicadas a la producción del software, adaptación de programas de aplicación, generación de nuevas aplicaciones, ingeniería de sistemas y actividades conexas. Todas ellas están agrupadas por APCI, la Asociación Peruana de Computación e Informática.

En el área de electrónica y telecomunicaciones, las actividades están divididas entre aquellas en el sector público y las del sector privado. En el primero, algunas instituciones de investigación del Estado desarrollan actividades de investigación y desarrollo en electrónica. Ellos son el INICTEL, (Instituto Nacional de Investigación y Capacitación en Telecomunicaciones) que desarrolla equipos de bienes de capital para telecomunicaciones, como repetidores de TV, equipos de transmisión en UHF, multiflexores y otros. El ITINTEC, (Instituto de Investigación Tecnológico Industrial y Normas Técnicas) se financia con el 2 por ciento de la renta neta de las empresas industriales que no invierten este monto en investigación. El Instituto Geofísico del Perú, la Universidad Nacional de Ingeniería, la Universidad Ricardo Palma y los laboratorios de electrónica en otras universidades como la Universidad Católica del Perú y la Universidad de Piura constituyen otros esfuerzos en investigación y desarrollo que conducen o pueden conducir a la producción de bienes de capital electrónicos en el área de instrumentación, equipos de control, computación e informática, equipos y sistemas de telecomunicaciones.

El ente coordinador, responsable de la política científica y tecnológica y cabeza del sistema, es el CONCYTEC, (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) que tiene direcciones, centros de tecnología y comités consultivos en las áreas de electrónica e informática.

Tal vez una de las acciones más interesantes del CONCYTEC, ha sido la de vincular de manera real y efectiva, las instancias, los sectores y provincias. De este modo se ha incluido en los comités consultivos a profesionales activos en las diferentes áreas, a residentes locales en los comités departamentales, a personas del sector privado, logrando así una acción descentralizadora, comprometedora de recursos humanos, aprovechándolos y de honda repercusión social.

El sector privado, en la electrónica de bienes de capital, está fundamentalmente representado por las empresas en la electrónica profesional y ellas a su vez están mayoritariamente representados por la AIEP, (Asociación de la Industria Electrónica Profesional). Esta agrupa a 20 empresas industriales, entre ellas un instituto de investigación del Estado, el INICTEC, y una cuyo capital no es totalmente nacional. Es importante notar que todas estas empresas producen bienes de capital de diversa complejidad pero con tecnología, capital, gestión y personal totalmente nacionales.

La Asociación en un año desde su fundación, ha logrado apoyar a las empresas, hacer que sus ejecutivos se conozcan, atender acciones comunes, concretar esfuerzos tecnológicos y productivos, crear consorcios para acciones inmediatas en el mercado y empezar a racionalizar, por acción voluntaria, desarrollo, producción y comercialización. Entre los productos de las empresas industriales peruanas con electrónica profesional, se dispone de centrales telefónicas públicas y privadas, equipos telefónicos complementarios, equipos de tarificación y control de tráfico, aparatos telefónicos de abonado, computadores personales para la exportación y mercado local, computadores de propósitos generales y específicos para control industrial y de procesos, equipos de transmisión de datos, concentradores telefónicos, equipos de télex, controladores de tráfico y semaforización, equipos de comunicación como transreceptoras del HF en banda lateral, en VHF y UHF en FM, repetidoras de radio y de televisión, equipos de transmisión para radio-difusión, consolas de audio y otros equipos vinculados con estudios de radiodifusión, además para comunicaciones por satélite y de todo tipo, equipos multiflexores, equipos de alarma y seguridad, equipos de electrónica industrial, control de motores y otros, reguladores de tensión, fuentes de energía ininterrumpibles (UPS), fuentes de alimentación de corriente continua.

En lo referente a la producción o utilización de máquinas herramientas por control numérico, tecnologías de CAD, su uso es cada vez mayor y dos institutos tecnológicos educativos cuentan con máquinas de control numérico. El CAD es utilizado por niveles industriales y en especial en la industria electrónica para el diseño de circuitos impresos complejos.

Algunas universidades están actualmente interesadas en el tema de control numérico, vinculado fundamentalmente con la electrónica.

Adicionalmente, otros fabricantes de bienes de capital en el área de la industria electrónica, metalmecánica y otros, utilizan ampliamente controladores de equipos de instrumentación electrónicos de proveedores externos y cada vez más de proveedores nacionales.

2.6.5 Venezuela: Elementos de una estrategia para el desarrollo de la industria electrónica, telecomunicaciones e informática. Por Fernando Martínez M. (Venezuela)

Un sector Determinante en el funcionamiento del sistema productivo

En 1986, en Venezuela, se registraron \$US 500 millones en importaciones del sector electrónica, telecomunicaciones e informática (ETI). Esta cifra es equiparable a lo que importó el país en alimentos durante ese mismo año.<sup>23/</sup> Sin embargo, la cifra mencionada se refiere estrictamente a la importación de equipo (hardware), sin tomar en cuenta la importación de programas para computadoras u otros bienes programables (software), con lo cual aumentaría el valor de la cifra registrada. Pero aún más, en estos \$US 500 millones no se contabilizan tampoco las partes electrónicas que vienen incorporadas en otros bienes no electrónicos. Por ejemplo, al pasar una máquina de control numérico por aduana ésta se registra como maquinaria sin distinguir sus distintos elementos, entre los cuales la electrónica constituye un componente esencial.

La importancia de este sector no se limita a sus dimensiones cuantitativas. La desagregación de las importaciones en sus distintos componentes revela la verdadera importancia estratégica de este sector. De los referidos \$US 500 millones en importaciones del sector ETI, por arriba del 65 por ciento de ellos se refieren a bienes que afectan directamente el funcionamiento del sistema económico (e.g. equipos de procesamiento de datos, instrumentos de supervisión y control, equipos de telecomunicaciones); tan sólo un 20 por ciento del total se destina a bienes de consumo, y el 15 por ciento restante a componentes, partes y piezas. En otras palabras, el grueso de las importaciones en el sector ETI en Venezuela no ocurren en bienes de consumo; por el contrario el destino de éstas es el sector productor de bienes y servicios. Ello obliga a observar con más atención a un sector que cada vez ejerce mayor influencia sobre el funcionamiento de la economía en su conjunto.

Lo observado no constituye un hecho que ocurre aisladamente en Venezuela. La importancia del sector ETI tiende a aumentar aceleradamente, en términos absolutos y relativos, en la economía internacional: su contribución a la generación del producto mundial y al empleo es creciente, y sus aplicaciones conllevan a importantes transformaciones en la vida económica-social. En los Estados Unidos la industria de componentes electrónicos supera la producción del acero y la industria de computadoras genera más empleo que la industria automotriz. Y más importante aún, la expansión del sub-sector productor de bienes con aplicación al sistema de producción ocurre más aceleradamente que el crecimiento del sub-sector de bienes de consumo.<sup>24/</sup>

De esta manera, es claramente observable la tendencia hacia la incorporación de tecnología electrónica en diversos aspectos de la actividad económica: máquinas para recolección, procesamiento y transmisión de datos,

---

<sup>23/</sup> Fuente: Los datos referentes a importaciones son originales de la Oficina Central de Estadística e Informática y procesados en la Dirección de Desarrollo Tecnológico del Ministerio de Fomento.

<sup>24/</sup> PEREZ, Carlota. Hacia una estrategia de Desarrollo Integral del sector Electrónico en Venezuela, (pag.11-15). Proyecto CONDIBIECA/ONUDI, Ven 80/003. Caracas, 26 de julio de 1985.

instrumentos de medición, y actualmente hasta equipos computarizados para ayudar las actividades de diseño, entre otros. El impacto de esta tecnología no se restringe a lograr la producción de bienes y servicios en forma más rápida, exacta y barata. En realidad, la introducción de la tecnología ETI ha transformado, y sigue transformando, las estructuras de la producción a nivel mundial dando origen a nuevos sistemas y modelos organizativos radicalmente diferentes a los modelos que han prevalecido durante los años anteriores.<sup>25/</sup>

Dentro de las difíciles circunstancias que atraviesa la economía mundial, donde los países luchan tenazmente por ganar parcelas en el mercado internacional, a la vez que levantan barreras protectoras para resguardar sus mercados internos, los aumentos de productividad y eficiencia se convierte en requisitos indispensables para aquellos que aspiran competir exitosamente. En el logro de dichos aumentos en la competitividad del sistema económico, las tecnologías ETI juegan un papel primordial. No se sugiere aquí, de ninguna manera, que el equipamiento por sí mismo es la solución que conllevaría a mayores grados de eficiencia. El potencial de estas tecnologías tan sólo puede ser aprovechado si su aplicación viene acompañando adecuados esquemas organizativos, en los cuales radica realmente el éxito de aquellos países que han logrado imponerse en el mercado internacional. No atender debidamente la dinámica de estos sucesos, puede conducir a cualquier país a la obsolescencia de su aparato productivo, negando así cualquier posibilidad de penetrar mercados internacionales y aún poniendo a riesgo sus propios mercados.<sup>26/</sup>

Dicho de otra manera, tan sólo aquellos países comprometidos en la actualización de su aparato productivo mediante nuevos modelos organizativos y haciendo uso adecuado del instrumental electrónico e informático, cuando ello sea necesario, podrán asegurarse su espacio en el mercado internacional y resguardar los mercados locales.

La capacidad tecnológica: un requisito indispensable para continuar el proceso de industrialización

Sería de total ingenuidad pensar, que un proceso como el que se plantea podría sustentarse sobre las mismas bases en que se desarrolló el proceso de sustitución de importaciones durante las décadas anteriores en Venezuela, adquiriendo maquinarias en el exterior para la producción de bienes finales. La actualización requerida, al lado de la velocidad vertiginosa del cambio tecnológico coarta todas las posibilidades de aquellos países que se limitan al papel de simples usuarios de la tecnología foránea.<sup>27/</sup>

---

25/ WINCH, Graham. Information Technology in Manufacturing Processes. Rossendale and contributors, Londres, 1983. Ver también: KAPLINGKY, Raphael. Automation: the Technology and Society (pag. 39-93). Longman, Essex, Inglaterra, 1984.

26/ BRANDT, Richard. "How Automation Could Save the Day" en Business Week, (pag. 72-75), 3 de marzo de 1986.

27/ VIVAS, Leonardo. Elementos para una Estrategia Tecnológica en el Complejo de Bienes de Capital, (pag. 1-4). CONDIBIECA, Caracas 1985.

El dominio de las nuevas tecnologías se convierte en un elemento indispensable para mantener un ritmo adecuado ante la velocidad de cambio. Como simple receptor de tecnología, el país estaría forzado a la adquisición permanente de nuevos equipos para evitar la obsolescencia. Estos equipos, en general han sido concebidos para trabajar en condiciones distintas a la que serían aplicadas. Adicionalmente, se requeriría un poder financiero extraordinario para ir adquiriendo los nuevos equipos al mismo tiempo en que éstos van transformándose. La única alternativa viable es la de fortalecer la capacidad tecnológica del país con miras a realizar las adaptaciones que realmente sean necesarias y realizar una selección más apropiada de aquello que deba ser adquirido.

#### Las opciones para un país como Venezuela

Un argumento tendencioso se estructura como sigue: los países más desarrollados ya nos llevan gran ventaja, y además evolucionan más rápido, de manera que no tenemos ningún chance. Surge, entonces, la desesperación y el desánimo. ¿Donde radica la debilidad de este argumento?: cualquier país debe evaluar sus posibilidades y orientar sus recursos en términos de sus necesidades y no en términos del ritmo que establecen otros países. Es necesario y conveniente, a todas luces, atender lo que ocurre fuera de las fronteras, pero, participando en un intercambio que responda a las necesidades particulares de la realidad nacional. No siempre será el último modelo lo más adecuado a nuestra realidad y aún cuando éste lo fuera no siempre se tendrá la posibilidad de adquirirlo. En muchos casos podrá ser más conveniente disponer de la capacidad nacional que permita hacer las adaptaciones requeridas. Se hace necesario, entonces, evaluar el espectro de posibilidades de acuerdo con los recursos que se disponen. Son justamente aquellos sectores tecnológicos dinámicos los que ofrecen menos dificultad para la entrada de nuevos competidores. Siendo una tecnología cambiante, se abren oportunidades que no existirían en industrias que se encuentran en estados más maduros donde las empresas ya instaladas se benefician del "learning by doing", que los coloca con una ventaja muy amplia sobre los recién llegados.

#### Una infraestructura industrial y tecnológica en el sector ETI con amplio potencial de desarrollo en Venezuela

El equipo técnico del Grupo Programador de la Industria Electrónica, Telecomunicaciones e Informática conjuntamente con el Programa de ONUDI/MINISTERIO DE FOMENTO ha venido adelantando una evaluación de la capacidad nacional en materia de electrónica, telecomunicaciones e informática. Se ha realizado un análisis parcial de la industria de electrónica profesional y del software. Aún cuando todavía incompletos, los resultados que aportan estos estudios dan cuenta de una infraestructura industrial y tecnológica incipiente pero en franco proceso de expansión los cuales deben ser considerados prioritariamente en la definición de una estrategia para profundizar en el proceso de industrialización en Venezuela.

Los resultados que reportan estos estudios, realizados en el seno de las empresas mediante encuestas y entrevistas, han servido como soporte empírico de las reflexiones que se presentan en este informe. En el área de electrónica profesional se conformó un registro de 100 empresas fabricantes,

de las cuales se han visitado el 75 por ciento escogidas de forma que queden representadas empresas de distintas aplicaciones, tamaños, composición de capital, etc.<sup>28/</sup>

En cuanto al área de software, se conformó un registro de 200 empresas con más de 5 empleados, de las cuales se escogió, con el mismo criterio de representatividad, una muestra inicial de 40 establecimientos.<sup>29/</sup>

Durante esta primera fase del trabajo no se ha incluido el sector de electrónica de consumo el cual será objeto de posterior análisis.

En referencia al sector de electrónica profesional, se estima que las ventas alcanzan los 1,500 millones de bolívares y generan empleo para 6,000 personas.<sup>30/</sup> Tanto en ventas como en empleo estas industrias han mostrado una tendencia constante de crecimiento (27 por ciento y 17 por ciento interanual respectivamente, desde 1982, punto de partida de este estudio). Entre los productos que se fabrican en estas empresas se encuentran: equipos de telecomunicaciones equipos de adquisición, transmisión y análisis de datos; interruptores fotoeléctricos; medidores de ph, temperatura, presión; sistemas diversos de señalización y alarma; taxímetros; transformadores; transductores de voltaje y corriente; microcomputadoras; circuitos impresos, entre muchos otros.

Cabe destacar que en su mayoría la actividad de fabricación en estas empresas no se dedica a tareas meramente de ensamblaje; por el contrario, la intensa actividad de ingeniería y desarrollo tecnológico constituye un elemento esencial que distingue particularmente a este sector industrial y que realza su potencial para el país. Cerca del 5 por ciento de las ventas de este sector son dedicados a actividades de investigación y desarrollo. El 15 por ciento del total del personal de estas empresas son profesionales y alrededor de 6 por ciento del total de empleados se dedica a actividades de investigación y desarrollo propiamente dichas. Esto es, en términos absolutos, 955 profesionales empleados y 457 dedicados a investigación y desarrollo. Este esfuerzo ha resultado en la incorporación al mercado de numerosos productos con diseño propio o en la adaptación a requerimientos específicos de productos ya existentes. Ello ha contribuido al país con el consecuente ahorro de divisas y generación del empleo, pero lo más importante, poniendo a la disposición una extensa gama de productos mejor adecuados a las exigencias concretas del demandante y dando origen a un nuevo tipo de empresario con amplio conocimiento de la actividad técnico ingenieril.

---

28/ MARTINEZ, Fernando; ROMERO, Edgardo y SANCHEZ, Manuel.  
Características y Perspectivas de la Industria de Electrónica Profesional en Venezuela. Secretaría Técnica del Grupo Programador de la Industria Electrónica, Telecomunicaciones e Informática. Caracas, 1987.

29/ MARTINEZ, Fernando; MILLAN, Edna de y ORTEGA, Maruja.  
Características y Perspectivas de la Industria del Software en Venezuela. Caracas, 1987.

30/ Para el año a que se refieren estas cifras, aproximadamente el 80 por ciento de las importaciones se realizaban a una tasa de cambio de Bs. 7,50 por dólar.

En referencia a la industria del software, de la muestra de 20 empresas con encuestas procesadas se registró un volumen de ventas de Bs. 300 millones,<sup>31/</sup> de los cuales 20 por ciento (Bs. 61 millones) corresponde software de diseño propio. Entre los productos presentes en el mercado, cabe mencionar: software especializado para bancos, compañías de seguros, médicos, abogados, condominios, aduana, construcción, repuestos, gestión hotelera e industria manufacturera. Además, se ha producido localmente software para cálculos en ingeniería, optimización de procesos, telefonía, control de producción, software educativo, y algunas otras áreas no convencionales.

En 1986, en la muestra de 20 empresas, se registraron 120 profesionales dedicados a la creación de productos propios. Ese mismo año el gasto en investigación y desarrollo superó el 25 por ciento del total de gastos de dichas empresas, lo cual corresponde al 6 por ciento del total de las ventas. La competitividad de este sector se ha robustecido con tal incremento de las actividades de investigación y desarrollo. Así, al menos en un 25 por ciento de la muestra procesada se detectaron actividades importantes de exportación, comercializando productos en mercados como Estados Unidos, México, Argentina y otros países de Centro y Sur América.

Cabe preguntarse ahora, ¿Cómo ha sido posible un desarrollo con estas características en sectores como la electrónica y la informática?, ¿Cuáles pueden ser los límites que definan el alcance de este desarrollo?

Primeramente, durante la época del "boom" en Venezuela, en la década de los setenta, se fue conformando un plantel significativo de recursos humanos. En 1984 se disponía en el país de 10 mil profesionales en las áreas de ingeniería electrónica, eléctrica, computación, sistemas y afines, sin considerar los egresados de carreras cortas ni los profesionales reciclados de otras carreras. Ello indica que uno de cada mil quinientos venezolanos es un graduado en las áreas referidas. Puede suponerse, también, que en este gran volumen de profesionales existe un alto contenido de calidad, en cuanto muchos de ellos cuentan con estudios de post-grado en centros de excelencia internacional; adicionalmente, en las universidades nacionales, debido al gran auge de la demanda de estas carreras, se han impuesto mecanismos de selección y permanencia a los estudiantes que las cursan, lo cual puede ser un indicativo de mejoras cualitativas de sus egresados.<sup>32/</sup>

En la producción del sector ETI, la capacidad de los recursos humanos constituye un elemento esencial y en ello se concentra la mayor parte de la inversión requerida. La capacidad de diseño para creación de nuevos productos o adaptación de productos ya existentes a condiciones específicas constituye un factor clave del éxito de las empresas del sector. La escala de producción, por su parte, no tiene la criticidad de otros sectores industriales. Los procesos productivos de este sector no tienen mayor consumo de agua y energía, no contaminan, ni causan ruido, lo cual se revierte en

---

<sup>31/</sup> Esta cifra incluye la venta de equipo importado que realizan estas empresas.

<sup>32/</sup> Fuente: los datos son originales de OPSU y procesados en la Dirección de Desarrollo Tecnológico del Ministerio de Fomento.

ventajas ciertas de localización. Estos factores se han conjugado para permitir un tipo de empresario basado más en el conocimiento de la técnica que en el poder financiero.

Se abre así la posibilidad para pequeñas y medianas industrias con intensa actividad de investigación y desarrollo. Estas, basando sus ventajas comparativas en la capacidad para responder bajo especificaciones, lo cual constituye un elevado potencial para el ahorro de divisas y la generación del empleo; pero, principalmente, proporcionando una herramienta indispensable para aumentos de productividad y eficiencia de otros sectores industriales.

Lo expuesto implica la necesidad de definir e implementar una política de promoción industrial que contemple:

- identificación de áreas específicas dentro del sector ETI, como sector de apoyo al resto de la industria, con factibilidad técnico-económica para un desarrollo como el que se plantea;
- creación de instrumentos de política de promoción industrial que considere las características propias del sector;
- orientación de la inversión extranjera hacia áreas que complementen y fortalezcan el desarrollo nacional;
- implementación de mecanismos que permitan utilizar la demanda local como herramienta de impulso de la industria nacional.

#### Elementos de una estrategia de desarrollo del sector

El Estado, como ha ocurrido en los países que han logrado avanzar en el área, deberá crear el contexto de políticas económicas, tecnológicas y científicas que propicien el desarrollo y fortalecimiento de una industria nacional con capacidad para responder a las necesidades específicas de la nación. El Ministerio de Fomento, como Ministerio de industria, deberá actuar como organismo concertador de los distintos participantes involucrados en esta política: entes de administración de políticas públicas, institutos de docencia e investigación, asociaciones gremiales y empresariales, empresas fabricantes y demandantes, inversionistas nacionales y extranjeros, etc.

Los elementos esenciales que deben tomarse en cuenta en una política de esta naturaleza se esbozan a continuación:

(a) Una estrategia de desarrollo del sector ETI debe considerar las metas e instrumentos de política nacional global, en particular en el área industrial, para que sea compatible con la política sectorial. Así, el posible impacto de la electrónica sobre la cadena productiva y su importancia como factor de re-industrialización exige plantear objetivos claros de eficiencia en cuanto a precios, calidad, capacidad tecnológica, servicios técnicos y de mantenimiento;

(b) El desarrollo industrial en el área debe ser selectivo y orientarse hacia la promoción de determinados renglones de la industria y áreas de tecnología. La factibilidad de la estrategia se basa en la selección de productos y procesos que cumplan con las siguientes condiciones:

- i. Que sean de tecnología accesible
- ii. Aptos para las escalas de producción
- iii. Que sean intensivos en ingeniería nacional, incluyendo insumos tecnológicos externos que se vayan haciendo accesibles a través del aprendizaje
- iv. Adaptados a necesidades específicas
- v. Ligados a procesos flexibles
- vi. Que contribuyan al logro de mayores grados de autonomía;

(c) Las empresas del sector deben garantizar la acumulación de capacidad tecnológica y no limitarse a actividades de mero ensamblaje. Las actividades de investigación y desarrollo no deben ser reducidas al ámbito de las universidades e institutos de investigación. Es necesario acentuar la realización de estas actividades dentro del aparato productivo para la adaptación y mejora de tecnologías externas, así como en la generación de tecnología propia para satisfacer las exigencias de la demanda local;

(d) Las empresas nacionales constituyen el instrumento de acumulación y desarrollo de tecnología local. Sería deseable que las empresas extranjeras en este sector ubiquen en el país funciones de diseño e ingeniería. En todo caso el capital extranjero deberá ser encauzado hacia áreas en las que, por los volúmenes de las inversiones requeridas o por la complejidad de la tecnología, puedan cumplir un papel de complementariedad del capital nacional;

(e) Es crucial la incorporación de estas tecnologías en la industria de bienes de capital para impedir su obsolescencia y fortalecer la capacidad exportadora del sector. Deberá incluirse en un lapso prudencial la producción de bienes de consumo que requieren insumos y componentes comunes, definiendo lineamientos para utilizar recursos e incentivos y agregar escalas, optimizando el esquema de desarrollo del complejo industrial;

(f) Una política en esta materia debe considerar al software como un componente esencial, y de importancia creciente, de toda tecnología basada en la informática. Por tanto, una política de desarrollo del sector ETI debe contener un esfuerzo significativo en el uso y desarrollo local del software como actividad industrial, que cubra actividades de análisis y diseño de sistemas, programación, control de calidad, documentación y mantenimiento;

(g) Deberán establecerse las modalidades de financiamiento que tomen en consideración las particularidades de una industria cuya mayor inversión ocurre en recursos humanos y no en bienes tangibles; así, como también, deberá considerarse, dentro de estas líneas de financiamiento, mecanismos que permitan compartir el riesgo que involucran las actividades de investigación y desarrollo, entre productor, usuario y entidad financiera;

(h) Tal como ha sucedido en los países desarrollados y en los países en desarrollo que han enfrentado con éxito la promoción del sector, el apoyo explícito del Estado y la absorción social de parte de los costos de desarrollo de la industria constituyen un elemento esencial de esta política. La presente propuesta sugiere un sistema de incentivos vinculados a la adquisición explícita de compromisos por parte de las empresas- en términos de integración nacional, desarrollo tecnológico, precios, exportaciones, entre otros- verificados mediante un sistema de seguimiento adecuado. Así, por

ejemplo, deberá implementarse una protección efectiva razonable que permita la aplicación de incentivos graduales, a fin de favorecer a las empresas más innovadoras y competitivas. Tal protección debe otorgar, en un inicio, estímulo suficiente a la industria que comienza;

(i) Igualmente, de acuerdo con lo expresado en el Decreto 1.182, del 16 de Julio de 1986, "Normas para Orientar la Demanda de Obras, Bienes y Servicios en los Proyectos Ejecutados o Financiados por el Estado, a Objeto de Promover el Desarrollo Industrial y Tecnológico del País", se deberá otorgar preferencia a la oferta nacional de bienes de capital, intermedios y de consumo, así como la celebración de contratos de consultoría, de construcción de obras civiles e industriales y de prestación de servicios técnicos por parte de la Administración Pública Central, institutos autónomos, empresas del Estado, demás entes de la Administración Pública Descentralizada y las Gobernaciones;

(j) Como se ha expresado en página anteriores, los recursos humanos técnicos y profesionales constituyen un rasgo esencial en la actividad industrial en el sector ETI. Por tanto, una estrategia de desarrollo del sector como la que se propone debe poner énfasis en los programas de capacitación de recursos humanos a todos los niveles, cuidando especialmente aspectos de actualización y reciclaje; y

(k) De conformidad con las políticas internacionales del Estado venezolano en materia de cooperación regional se deberá promover y coordinar el diseño de acuerdos y programas para aprovechamiento mutuo del potencial industrial y tecnológico de los países de la región.

En base a todo lo anteriormente expuesto, el sector ETI debe ser entendido como un sector de apoyo y servicio al resto de los sectores productivos, en busca de mayores grados de productividad y competitividad. En tal sentido, el sector ETI reclama prioritaria atención dentro de cualquier estrategia de desarrollo autónomo del complejo industrial.

En Venezuela, durante los últimos años, se ha podido observar el nacimiento de una infraestructura industrial ETI en proceso de consolidación, donde las actividades de desarrollo tecnológico cumplen un papel primordial. Ello basado en un plantel importante de recursos humanos calificados.

Adicionalmente, Venezuela cuenta con un parque industrial relativamente moderno, susceptible de ser actualizado para lograr los niveles de competitividad exigidos por las circunstancias actuales. Ello requiere sin embargo un criterio de selectividad mucho más estricto que el que guiara la sustitución de importaciones en décadas pasadas y la concertación de los distintos actores involucrados en el proceso.

**2.7 Ciencia y tecnología en el Grupo Andino (GRAN). Por Sr. Carlos Aguirre y Sr. Luis Javier Jaramillo, JUNAC, Lima**

**2.7.1 El Protocolo Modificatorio del Acuerdo de Cartagena como fuente de renovación en la programación del desarrollo tecnológico subregional**

El Protocolo Modificatorio del Acuerdo de Cartagena destinado a profundizar el proceso de integración hace explícito el compromiso de los - países andinos de promover un proceso de desarrollo científico y tecnológico conjunto.<sup>33/</sup> En él se demarca el ámbito para inducir el trabajo comunitario. El protocolo señala, selectivamente, en qué debe consistir el esfuerzo compartido que se proponen los cinco países. Tres objetivos más específicos acotan el ámbito del GRAN y definen su actuación hacia el futuro en ciencia y tecnología:<sup>34/</sup>

(a) La creación de capacidades de respuesta subregional a los desafíos de la revolución científico-tecnológica en curso;

(b) La contribución de la ciencia y la tecnología a la concepción y ejecución de Estrategias y Programas de Desarrollo Andino; y

(c) El aprovechamiento de los mecanismos de la integración económica para incentivar la innovación tecnológica y la modernización productiva.

La voluntad política que sustenta estos compromisos ha venido generándose en el marco de varias reflexiones y orientaciones conceptuales emprendidas por el GRAN a partir de 1983. El Plan de Reorientación y la Estrategia Andina de Integración Científica y Tecnológica, constituyen sus antecedentes principales. La creación del Consejo Andino de Ciencia y Tecnología (Decisiones 179 y 213) y el "Programa de Caracas" (Decisión 183), igualmente forman parte del acervo de orientaciones nuevas que contribuyen a fundamentar los nuevos objetivos del Protocolo. Los análisis de la Junta a través de su Departamento de Tecnología, convertidos en iniciativas que los países han discutido en el seno del Consejo Andino de Ciencia y Tecnología, contribuyeron a definir el marco de acción que hoy se propone para instrumentar la aplicación del Protocolo Modificatorio. Ello se refleja claramente en el Plan de Trabajo de la Junta para 1987. Se trata de una transición, de un ejercicio para insertar lo nuevo y preparar el terreno para encauzar la futura acción. El marco de acción va encontrando así de manera progresiva su aplicación en las realidades diarias del Plan de Trabajo.

Interesa agregar que el Protocolo define vías concretas para los efectos de aplicación de los objetivos convenidos. Es por tanto prioritario en la etapa de discusión y hasta su adopción formal por los países organizar, planificar y programar de manera concertada acciones comunitarias, en que la escala andina favorezca la asociación de recursos para resolver problemas productivos comunes; aprovechar el mercado ampliado como base de la

---

<sup>33/</sup> Artículo 3 inciso b del Proyecto de Protocolo.

<sup>34/</sup> Capítulo XIV del Proyecto de Protocolo.

innovación, capacitar personal y ejecutar investigaciones conjuntas en áreas claves. Todo ello inscrito en la búsqueda de respuesta conjuntas para captar y mejor inclinar a su favor los avances mundiales que el Protocolo mismo considera como la "revolución científico-tecnológica" en curso.<sup>35/</sup>

Existen relativamente pocos antecedentes en los países andinos para abordar la asimilación de tecnologías avanzadas y la producción de innovaciones mercadeables. Su debilidad y marginalidad, con respecto al sistema mundial, como productores de conocimiento, influye para que sus respuestas políticas todavía sean lentas. Por tanto, la organización, la financiación y los mecanismos institucionales de fomento todavía son incipientes en los países. Es evidente el desfase entre los efectos de las nuevas tecnologías y los mecanismos institucionales existentes para afrontarlos. El Protocolo sugiere cursos de acción al respecto, pero hay que crear las condiciones para llevarlo a la práctica, con ánimo experimental, incluso redefiniendo papeles en el manejo de proyectos, tanto por parte de la Junta como de los Países.

La gestión tecnológica, que demanda el Protocolo, debe enseñar a trabajar juntos a científicos, empresarios y financiadores sin ignorar una verdad de profundo alcance, cual es que en el campo de las nuevas tecnologías la presencia de las Empresas Transnacionales es mucho más fuerte, siendo necesario, de otra parte, conjugar en este horizonte las nuevas disposiciones andinas sobre inversión extranjera. El Protocolo sugiere formas nuevas para gestionar la tecnología, objetivos que no se conseguirán mediante la cooperación tradicional. Por consiguiente, se requiere nuevas maneras de hacer las cosas en la práctica. Como lo sugirió con ánimo renovador en su momento la Decisión 84 de 1974, sobre "Bases de Política Tecnológica", hay que "aprender haciendo".

Los anteriores razonamientos, que parecerían redundantes, no lo son al contestar de manera más precisa cuáles son las acciones prioritarias de la Junta en el campo de Ciencia y Tecnología, de cara a los nuevos compromisos emergentes del Protocolo.

Mediante las iniciativas que ha venido llevando el Departamento de Tecnología al Consejo Andino de Ciencia y Tecnología (cuatro reuniones), se han trazado fundamentos para diseñar un nuevo programa de acción comunitaria que aclimate la progresiva aplicación del Protocolo a las realidades andinas. Dos definiciones, ya logradas serían puntos de partida:

(a) Definición de áreas problema donde a juicio de la Junta y de los Países Miembros, partiendo de los planes nacionales en Ciencia y Tecnología, existe mayor conveniencia y probabilidad de conseguir resultados de manera concertada (salud, agricultura, agroindustria, recursos naturales y medio ambiente, energía, vivienda industria y telecomunicaciones).

(b) Definición de elementos claves para promover el desarrollo tecnológico en las áreas - problema prioritarias, en los términos que lo exigen las actuales circunstancias y concretamente la puesta en práctica de

---

35/ Capítulo XIV del Proyecto de Protocolo.

los objetivos del Protocolo, el espíritu del Programa de Transición y los lineamientos de la nueva Decisión sobre Inversión Extranjera y Transferencia de Tecnología. Dichos elementos son: la tecnología, el financiamiento y el mercado ampliado. Sobre estos deben girar nuevas oportunidades de la futura integración y la cooperación andina debe contribuir a relacionarlos íntimamente.

### 2.7.2 Programas de acción

Dos programas deben permitir efectuar una transición creativa y adecuada para organizar lo nuevo y a su vez ejecutar compromisos de cooperación adquiridos y, previstos por el Protocolo, en la medida en que la cooperación económica y social es legitimada por él.<sup>36/</sup>

#### Programa de política y programación comunitaria del desarrollo científico y tecnológico

Los objetivos del Protocolo inducen necesariamente a diseñar nuevos mecanismos e instrumentos de política, si se desea aprovechar el mercado ampliado para desarrollar la innovación tecnológica. Por ejemplo, establecer mecanismos financieros apropiados, inducir la constitución de Empresas Multinacionales Andinas Tecnológicas. De otro lado, la creación misma de capacidades conjuntas supone más permanencia y profundidad en la manera como operan las redes cooperativas, más facilidades y agilidad para concertar programas y proyectos.

Para ello, es necesario, dar un vuelco a la manera de entender la política global de ciencia y tecnología en el proceso de integración que destaque nítidamente su dimensión comunitaria. De acuerdo con los objetivos del Protocolo, se necesita un conjunto sistemático y permanente de actividades en el seno de la propia Junta. Es prioritario entonces redoblar la atención en este frente para profundizar en los nuevos concepto, y derivar de ellos aplicaciones estratégicas.

En este contexto, el Programa deberá:

- Contribuir a formular iniciativas y propuestas de política y estrategia comunitaria de desarrollo científico y tecnológico, como tarea fundamental de la Junta, tanto a nivel global como en los sectores y áreas prioritarias de la Integración y del Programa de Transición.
- Contribuir a concertar y armonizar las políticas, planes y programas nacionales de Ciencia y Tecnología, a fin de crear capacidades conjuntas, con base en la consulta al Consejo de Ciencia y Tecnología.
- Contribuir a diseñar y desarrollar los mecanismos e instrumentos de la Política Andina en este campo, para apoyar eficazmente la concepción, programación, ejecución y evaluación conjunta de las actividades científicas y tecnológicas en las áreas prioritarias para la integración.

A los efectos de generar el proceso de desarrollo tecnológico conjunto previsto en el Protocolo, los estudios y análisis realizados por la Junta señalan tres áreas de acción sobre las cuales debe insidrir el Programa de Políticas y Programación conjunta, como sigue:

(a) Gestión para el desarrollo de la Innovación Tecnológica;

Generar innovaciones para llegar a un mercado ampliado, supone operaciones de eslabonamiento efectivo entre políticas económicas y tecnológicas, entre sectores, entre agentes científicos, financieros y empresariales.

Se trata de ir pasando de la cooperación tradicional a otras modalidades de asociación, en que los agentes empresariales son cruciales. El aprendizaje de la nueva gestión tecnológica surge del trabajo conjunto de los agentes que intervienen en la vida económica, científica, educativa. Es una operación que conjuga los aspectos intelectuales con los del mercado. Por ejemplo, la desagregación tecnológica, per se, no tiene sentido sino bajo un concepto de gestión diferente, en núcleos de articulación o desarrollo tecnológico, en que las demandas estatales se canalizan hacia proveedores locales de bienes de capital o ingeniería. Esta operación aplicada, aprovechando el posible mercado ampliado, contribuirá a mejorar la introducción de tecnologías para llegar a éste. Hacerlo es la tarea de la nueva gestión.

De manera similar, si no existen líneas de crédito blando o capital de riesgo, no es fácil aprovechar los mecanismos de la integración económica para fomentar la innovación tecnológica. Promover la creación y operación de tales líneas, ayudará a realizar la investigación y el desarrollo conducente a productos para un mercado ampliado, o servicios o procesos más eficientes de fabricación o producción. Esto es básico al hablar de gestión de la innovación en el Grupo Andino.

El manejo de la importación de tecnologías para producir bienes o servicios destinados al mercado andino, necesita tener claras las características de propiedad industrial o las condiciones de negociación de las nuevas tecnologías. Esto es particularmente cierto para la incorporación de tecnologías de punta en nuevos proyectos industriales. La adquisición de tecnologías debe ser vista como una forma de gestión de innovaciones, que en países en desarrollo determina muchas veces el buen éxito de los proyectos productivos. Máxime en circunstancias internacionales de reestructuración industrial.

A muy corto plazo, la Junta debe abocarse a conseguir una serie de metas significativas para la comunidad andina en materia de gestión, entre otras:

- (i) Elaboración de un marco de acción conjunta para los Países Miembros en el campo del financiamiento para el desarrollo tecnológico;
- (ii) Promoción de proyectos bilaterales o multilaterales andinos para ser financiados en colaboración con los mecanismos e instituciones financieras existentes en los Países Miembros;

- (iii) Promoción de la apertura de una línea de crédito en la CAF dedicada al financiamiento de proyectos subregionales de desarrollo tecnológico o al fortalecimiento de mecanismos de cooperación tecnológica subregional;<sup>37/</sup>
  - (iv) Identificación y análisis del marco global de los mecanismos de protección industrial (patentes, marcas, etc.) y las transacciones internacionales de tecnología y, en particular, las negociaciones en que son parte naciones en desarrollo;
  - (v) Análisis y evaluación de las condiciones sobre transferencia de tecnología acordadas en algunos sectores tradicionales de la economía subregional al igual que en ámbitos de reciente industrialización que requerirán la incorporación de tecnologías de punta (biotecnología, informática, robótica, etc.);
  - (vi) Desarrollo de la capacidad de negociación en áreas estratégicas;
  - (vii) Desarrollo de metodologías e instrumentos de gestión dirigidos a sectores industriales, en particular, el sector de bienes de capital, y sistemas de gestión standard computarizados para los diferentes actividades técnicas de las empresas del sector; y
  - (viii) Adaptación y aplicación de la metodología de desagregación tecnológica de proyectos al sector de bienes de capital, tendiente a la simplificación y adaptación práctica de la misma.
- (b) Inteligencia Técnico-Económica

Tanto el nuevo Protocolo como las orientaciones sobre manejo de la inversión extranjera y la transferencia de tecnología hacia el GRAN, demandan la existencia de una capacidad captadora de información internacional, en particular por las condiciones de cambio acelerado de las tecnologías, de las políticas también oscilantes, de las modalidades para su adquisición en un escenario trasnacional.

No es menos cierto que la capacidad de captar oportunidades técnico-económicas es importante también hacia adentro para poder incentivar el comercio de productos y servicios con contenido tecnológico entre los países andinos o identificar las posibilidades para estimular el nacimiento de la asociación de empresas, de investigadores, de demandantes, de subcontratistas, etc. La palabra clave es el monitoreo. Supone a la vez facilidad para manipular información compleja, de tipo tecnológico, económico y comercial. Captar, almacenar, recuperar y difundir al interesado, es un prerequisite. La inteligencia técnico-económica tiene como presupuesto la capacidad de conseguir la información pertinente y de manejarla con la fluidez necesaria. Pero no se agota allí, pues debe llevar a productos de información analizada, con valor estratégico, útil para tomar decisiones de política, bien sea esta tecnología, industrial, comercial, de relaciones externas, etc.

---

<sup>37/</sup> La CAF acaba de crear un Fondo Piloto de un millón de dólares para Biotecnología, lo que demuestra la validez de esta meta.

La experiencia ganada en la construcción de sistemas de información en el GRAN debe ser tenida en cuenta para diseñar estas nuevas operaciones. Pero debe tenerse en cuenta que los medios técnicos - la informática, básicamente - han cambiado las facilidades de almacenamiento y transmisión. Las bases de datos, por ejemplo, son instrumentos ineludibles. Si se quiere crear comunidad de países en el campo tecnológico, la comunicación permanente y fácil de datos debe enlazar cada vez más a los interesados en números crecientes.

De manera urgente, y acordes con la naturaleza del nuevo Protocolo, cuya esencia es dinamizadora en el comercio y en la industria, conviene a corto plazo lograr metas como las siguientes:

- (i) Iniciación de un proceso de monitoreo de cambio técnico en sectores estratégicos para la Subregión, recopilando y difundiendo sistemáticamente y permanentemente información a los países;
  - (ii) Desarrollo de un programa de investigación sobre políticas tecnológicas nacionales, regionales e internacionales;
  - (iii) Consolidación de la operación y funcionamiento de los mecanismos de intercambio de información establecidos en la primera etapa de SAIT y otras redes sectoriales en constitución;
  - (iv) Establecimiento de metodologías de selección de áreas, de recopilación, procesamiento y difusión de información con miras a la creación de una red subregional de información sobre las principales tendencias tecnológicas, comerciales e industriales, subregionales e internacionales; y
  - (v) Establecimiento de un programa de promoción y fomento del comercio de tecnología subregional a través de acciones de información.
- (c) Ciencia, Investigación y Tecnologías Avanzadas

Las políticas de innovación y desarrollo tecnológico, deben materializarse en medios de acción comunitaria y dar así paso a la aplicación del nuevo Protocolo. No bastan los mejores documentos de orientación si ellos no se ponen al servicio de la identificación y promoción de proyectos comunitarios de investigación e innovación tecnológica entre instituciones y empresas del sector productivo y los servicios. Hoy, los gastos del ID en la Subregión están fragmentados, los investigadores dispersos, las instituciones de espaldas las unas a las otras. Las empresas no cooperan en materia tecnológica. No existen mecanismos de afiliación a un mecanismo concertado que haga atractiva la integración en este campo para acometer tareas relevantes para cada país. Existen esfuerzos hechos por el movimiento de integración andina, de tipo parcial, que han prestado una contribución. Por lo tanto, es urgente y prioritario incrementar la concertación. Es urgente desarrollar la agenda de temas prioritarios.

La sigla CITA (Ciencia, Investigación y Tecnologías Avanzadas), debe convertirse en un vehículo para materializando las nuevas iniciativas surgidas del Protocolo. Bajo inspiración, deben identificarse y promoverse

proyectos conjuntos acordes con la agenda de prioridades; organizar un sistema de investigadores basado en la formación y la actualización de los recursos humanos, haciendo de ellos, en las nuevas tecnologías, un verdadero canal activo de transferencia internacional de conocimientos científicos y tecnológicos. La educación superior no puede estar ausente en estos programas. Tampoco los institutos de investigación tecnológica.

La tarea inmediata, entonces, consiste en proceder a diseñar el mecanismo de afilización y manejo del sistema de proyectos "CITA" y a tal fin la Junta, a través del Departamento de Tecnología con expertos de los países:

- (i) Identificará una serie de proyectos concretos para una primera etapa de aplicación del Protocolo, en los siguientes temas concertados en la Cuarta Reunión del Consejo Andino de Ciencia y Tecnología:

<u>SECTOR</u>	<u>PROBLEMA</u>	<u>LINEAS</u>
Agricultura	Mejorar la productividad	Fijación de Nitrógeno. Micropropagación de plantas libres de patógenos.
Agroindustria	Alimentación y Nutrición	Producción de alimentos con alto contenido proteico.
Energía	Nuevas Fuentes	Solar Eólica Biomasa Geotérmica Carbón
Industria	Producción de Bienes y Capital  Desarrollado Nuevos Materiales Industriales	Componente tecnológico del programa andino de bienes de capital Nuevos Materiales Cerámica fina, hierro amorfo, etc.
Recursos Naturales y Medio ambiente	Uso adecuado de los cursos	Producción de recursos naturales Tratamientos de aguas y desechos. Recursos Hídricos. Salubridad. Sensores Remotos
Telecomunicaciones	Uso y manejo de la información	Industria de la Información.
Vivienda	Falta de adecuación	Vivienda de interés social.

La programación que se llevará a cabo, a partir del análisis, la evaluación de la información de los países, tiene características fundamentales:

- Debe establecer formas de cerrar el ciclo investigación- producción para mercados andinos.
  - Debe contener elementos de financiamiento, monitoreo, análisis de políticas científico-tecnológicas en cada campo.
  - Debe servir para relacionar la tecnología, el financiamiento y el mercado andino.
  - Debe ser fruto de la participación de organismos de ciencia y tecnología, de empresarios, de científicos y de consumidores finales.
- (ii) Además del mecanismo de afiliación a proyectos, se establecerá un sistema de investigadores andinos bajo un esquema de concertación en este campo, tendiente a fomentar el cultivo conjunto de las ciencias básicas y la vinculación de las instituciones de educación superior, creando los incentivos necesarios, entre otros el encuentro, la comunicación y la participación en tareas de capacitación común. Reforzar las ciencias claves para asimilar y generar tecnologías avanzadas, es una de las formas de crear una respuesta andina a la revolución científico-tecnológica en curso que plantea el nuevo Protocolo.

#### Programa de Acciones Cooperativas

El Proyecto de Decisión sobre "Programa de Transición", contempla entre sus objetivos "Proseguir con las acciones referidas a la cooperación entre los Países Miembros".

Mientras se organiza y programan las iniciativas contempladas en el Programa de Política Comunitaria, es preciso avanzar adecuadamente en los compromisos adquiridos con los Países Miembros y con la cooperación internacional. Están en curso inversiones relativamente importantes en cuanto a la magnitud de los esfuerzos humanos y financieros implicados, de tal manera que es prioritario también reforzar la zona de ejecución propiamente dicha, siguiendo los planes de operación previstos en la mayoría de los casos y en algunas oportunidades, haciendo un máximo esfuerzo de reorientación para sacar provecho cooperativo a la empresa iniciada.

Conviene hacer una referencia histórica sobre las acciones cooperativas en el GRAN, que ahora son reconocidas abiertamente como motor de la integración, gracias al nuevo Protocolo.

Es preciso comprender que los PADTs, en especial, se constituyeron en opción viable de trabajo dado el lento avance de otros mecanismos, tales como los PSDI. Varias lecciones están siendo recogidas desde el momento en que la cooperación económica y social es admitida con toda validez como una vía de interés.

Se identificó mediante la ejecución de los PADTs, que el proceso de integración puede asumir formas cooperativas que reducen las posibilidades de conflicto, en virtud de la complementariedad que las crea. Inducen la interacción y la conjunción de esfuerzos que perfilan al GRAN como novedosa unidad de cooperación internacional que atrae a múltiples agencias.

Los PADTs se convierten a la postre en una de las contribuciones más típicas del GRAN. En efecto, por medio de su ejecución se ha logrado:

- Contribuir equipos multinacionales de profesionales y técnicos;
- Captar recursos financieros externos e importantes recursos nacionales de contrapartida;
- Reducir diferencias en los niveles tecnológicos de los países en aquellas áreas objeto de los proyectos; y
- desarrollar nuevas técnicas y métodos de transferencia de tecnología.

Los resultados obtenidos en la aplicación de este instrumento, han mostrado formas de cerrar el ciclo tecnológico desde la generación de tecnologías hasta su inserción en los medios productivos y en otras ocasiones han enseñado las barreras existentes para que la innovación tecnológica resultante llegue a sus verdaderos y finales destinatarios.

En el contexto anterior, el Programa tiene como objetivo principal continuar desarrollando los proyectos en curso hasta su culminación. Este Programa tiene a su vez carácter permanente debido a que incorpora en el tiempo, proyectos que vayan surgiendo a partir de la orientación general que la política comunitaria andina señala, y de los resultados de la ejecución de las acciones comprendidas en dicha política.

(a) Finalización de los proyectos nacionales en curso, y ejecución de un plan de difusión de los resultados obtenidos en el PADT/Rural y PADT/Alimentos;

(b) Finalización y transferencia a los países del desarrollo metodológico del proyecto sobre cooperación energética y preparación de proyectos demostrativos sobre fuentes de energía nuevas y renovables.<sup>38/</sup> Esta transferencia permitirá a los países disponer de información sobre requerimientos futuros de energía que pudieran satisfacerse con fuentes alternativas, y formación sobre las capacidades andinas de desarrollo y adopción de estas tecnologías;

(c) Finalización de los programas contemplados en el Proyecto Subregional de Promoción Industrial de la Madera para Construcción, y preparación de un Plan de Difusión, que permita promover y aplicar los resultados de investigaciones y experiencias relativas al uso de la madera con material de construcción. Para ello se ha previsto la ejecución de actividades de asistencia técnica, capacitación, difusión y construcción de prototipos y conjuntos habitacionales;

---

<sup>38/</sup> La preparación de estos proyectos se hará en el contexto del Programa A, "Política Comunitaria".

(d) Finalización de las actividades metodológicas y operación de las salas de gestión de Programa Subregional de Seguridad Alimentaria mediante el cual se han desarrollado y puesto en operación una metodología de programación y gestión concertada de políticas, programas y proyectos tecnológicos y económicos de corto y mediano plazo, como instrumento para la ejecución de los sistemas nacionales y subregionales de seguridad alimentaria, establecidos mediante la Decisión 182;

(e) Puesta en marcha del Proyecto Subregional para el Desarrollo Integral de la Producción de Camélidos, con el propósito de instrumentar un sistema integrado de desarrollo en el área de los Camélidos, en los aspectos de servicios, producción, transformación y comercialización; tanto a nivel nacional como subregional y, contribuir a mejorar las condiciones del mercado internacional y nacional de bienes finales, como base para el desarrollo de la producción e industrialización de la fibra de Camélidos;

(f) Finalización de la primera fase para el Establecimiento Progresivo del SAIT, que permitirá asegurar la interrelación permanente de los Países Miembros a fin de fortalecer su política tecnológica mediante la acción conjunta e intercambio de información en los campos de la tecnología y de la aplicación del Régimen Común de Tratamiento a los Capitales Extranjeros y sobre Marcas, Patentes, Licencias y Regalías y el Reglamento sobre Propiedad Industrial; y<sup>39/</sup>

(g) Continuación de las actividades contempladas en el Programa Minero-Metalúrgico Andino, que tienen como propósito transferir a Colombia, Ecuador y Venezuela, las Biotecnologías desarrolladas en el PADT/Cobre y la aplicación de tecnologías hidrometalúrgicas, para recuperación polimetálica, en los yacimientos escogidos por los Países Miembros.

---

<sup>39/</sup> El Proyecto de Modificación de la Decisión 24 contiene demanda explícitas en este sentido, para las cuales será necesario prepararse, con base en experiencias positivas y negativas recgidas por medio del SAIT.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los participantes en la reunión consideraron importante el haberse podido congregar para debatir sobre el tema de las nuevas tecnologías. En particular el hecho que se reunieran, profesionales de diferentes actividades académicos, industriales, empresariales y gubernamentales, hizo que los debates fueran enriquecidos sustancialmente, por las diferentes opiniones y enfoques de cada grupo. Por ello, se consideró la necesidad que JUNAC y ONUDI, convoquen nuevamente a reuniones como la presente.

Sobre la base de los debates y el contenido de las presentaciones de los expositores andinos e internacionales, se establecieron las conclusiones y recomendaciones que siguen.

#### 3.1 Conclusiones

(a) Los países del Grupo Andino tienen una utilización incipiente de las tecnologías de control numérico y CAD y no son productores de las mismas.

(b) La producción de bienes de capital en los países andinos sufre una crisis, la cuales producto, por un lado de la situación económica actual, por otro la productividad que se ve afectada por la falta de respuesta de la industria a las nuevas tecnologías y la competencia en los mercados internos y externos con productos elaborados por las nuevas industrias internacionales.

(c) De fundamental importancia, en las consideraciones generales, resaltan los aspectos laborales que deben considerar el carácter social y humano de los impactos que a largo plazo tienen la introducción de nuevas tecnologías en la producción y que podrían constituirse en una de las limitaciones a la difusión de las mismas.

(d) Se concluye que es de fundamental importancia vincular cualquier acción que se desarrolle en esta temática con la formulación de políticas macroeconómicas e industriales que los países formulen a nivel nacional y subregional, una vez que éstas deben necesariamente considerar las nuevas tecnologías como elementos sustantivos, para alcanzar metas de desarrollo económico y social.

(e) Se concluyó asimismo que la cooperación internacional es otro elemento clave. En particular la política de cooperación debe considerar por un lado la dimensión regional, a través de su estrecho vínculo con otros países latinoamericanos, en especial Argentina y Brasil, y por otra la profundización de vínculos internacionales.

Sobre la base de las anteriores conclusiones, se plantean cinco grandes objetivos a perseguir en el corto, mediano y largo plazo:

- Promover el desarrollo tecnológico propio;
- Promover la asimilación de tecnologías en forma sistemática;
- Desarrollar la industria de bienes de capital existente mediante la introducción adecuada y programada de las nuevas tecnologías de diseño y producción subregional, y mediante la importación selectiva de tecnologías extrasubregionales;

- Promover la instalación de nuevas empresas de electrónica profesional y de informática en la subregión que tengan capacidad de diseño y producción propia; y
- Promover la fabricación de ciertos bienes de capital electrónicos con tecnología importada, pero deliberada y sistemáticamente asimilada.

### 3.2 Recomendaciones

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, el grupo de expertos recomendó:

(a) El establecimiento de un programa de cooperación andino en el sector de la electrónica que contenga los siguientes elementos:

- Convenios de complementación industrial o de intercambio comercial o alcance parcial.
- Establecimiento de empresas multinacionales andinas, que incluyan capitales latinoamericanas.
- Compras del estado en electrónica en el Grupo Andino.
- Líneas de crédito de la Corporación Andina de Fomento para Capital de riesgo.
- Participación en el programa de cooperación argentino-brasilero de la informática y nuevas tecnologías.
- Monitoreo internacional de los avances en electrónica y de monitoreo subregional incluyendo los avances actuales de las universidades andinas.
- Concertación de los gremios electrónicos.
- Programas de formación de recursos humanos incluyendo los aspectos de negociación.
- Cooperación en materias de control de calidad y normalización.
- Programas de exportación hacia fuera de la Subregión.

(b) Integrar y promover las actividades de desarrollo conjunto y diseño conducentes a que en el muy corto plazo los industriales de la subregión dispongan de circuitos integrados fabricados sobre diseños elaborados en los países andinos, utilizando las técnicas que se agrupan bajo el nombre de "Circuitos Integrados con Aplicación Específica" (Application Specific Integrated Circuits-ASIC). Además, integrar y promover las actividades de investigación y desarrollo que a mediano plazo permitan adquirir el dominio conjunto en la subregión de las técnicas empleadas en los diferentes pasos de fabricación de los circuitos integrados, orientado a lograr dentro de un proceso de largo plazo la producción completa de los mismos.

Las acciones iniciales deberán estar orientadas a coordinar y fortalecer los esfuerzos locales ya existentes mediante la asignación de recursos que permitan a un número amplio de centros la utilización de las facilidades de CAE (Computer Aided Engineering), así como a coordinar e integrar los trabajos y las necesidades.

Para el objetivo a mediano plazo, se debe buscar un grado de concertación tal que permita la participación activa y programada de todos los países en el desarrollo conjunto de las diferentes técnicas involucradas en el desarrollo de la microelectrónica.

(c) A la Junta y ONUDI, establecer y ejecutar un Programa JUNAC/ONUDI de Innovación Tecnológica en el Sector de Bienes de Capital de los países del Grupo Andino, sobre las siguientes bases:

Objetivo general

Desarrollar la industria de bienes de capital de los países del Grupo Andino mediante la introducción adecuada y programada de las nuevas tecnologías de diseño y producción subregional y mediante la importación selectiva de tecnologías extrasubregionales.

Objetivos específicos

(a) Definir la conveniencia de introducir y la factibilidad de producir las tecnologías de control numérico y CAD, tanto en hardware como en software, en industrias prioritarias del sector de bienes de capital a nivel andino;

(b) Establecer esquemas de asistencia técnica directa a la industria subregional que incorpore las tecnologías de control numérico y CAD;

(c) Capacitar a profesionales y técnicos de la subregión en el desarrollo y uso de las tecnologías; y

(d) Establecer esquemas de gestión empresarial tendientes a promover la introducción de las tecnologías de control numérico y CAD.

Modalidad de implementación del programa

El Programa se implementará a través de la ejecución de actividades bajo cuatro módulos:

- Módulo 1: Difusión y Asistencia Técnica Directa
- Módulo 2: Estudios
- Módulo 3: Investigación y Formación de Recursos Humanos
- Módulo 4: Gestión empresarial.

Módulo 1: Difusión y Asistencia Técnica Directa

Las actividades a desarrollarse bajo este Módulo, estarán dirigidas a promover el uso de las tecnologías de control numérico y CAD en industrias prioritarias en el sector de bienes de capital en el Grupo Andino.

Las actividades a desarrollarse en materia de asistencia técnica estarán dirigidas a la prestación de servicios profesionales especializados en la empresa que adopte una decisión de modernización vía a la incorporación de tecnologías de control numérico y CAD y asistir en el proceso de cambio técnico.

(a) Promoción del uso de la computadora como herramienta en la planificación de productos y procesos (Computer Aided Planning), y en general en el proceso de desarrollo económico social;

(b) Establecimiento de centros de demostración y prestación de servicios (Centros de Maquinado y de CAD);

(c) Establecimiento de un sistema de monitoreo y alerta técnico-económico, de las tecnologías de automatización programable;

(d) Transferencia de la información procesada por el sistema de monitoreo y alerta a través del Sistema Andino de Información Tecnológica;

(e) Análisis de los obstáculos a la introducción de las nuevas tecnologías, incluyendo el perfil de los empresarios y los trabajadores;

(f) Desarrollo de actividades de aproximación con los sectores laborales andinos y análisis de las formas de participación laboral en la definición de programas y proyectos en las empresas;

(g) Diseminación de la información a las empresas de los países andinos de estudios y resultados de proyectos de la Junta en materia de nuevas tecnologías;

(h) Establecimiento de un "pool" de expertos subregionales e internacionales;

(i) Misiones de asistencia técnica; y

(j) Elaboración de directorios de consultores y firmas de consultoría especializada.

#### Módulo 2: Estudios

Las actividades a desarrollarse bajo este módulo estarán dirigidas a establecer el ritmo de incorporación de tecnologías de control numérico y CAD en las industrias prioritarias en el sector de bienes de capital en el Grupo Andino:

(a) Ejecución de estudios sobre las nuevas tecnologías de carácter prospectivo sobre la evolución de los productos y procesos industriales hacia el mediano y largo plazo;

(b) Estudios por producto sobre el impacto sobre los costos de producción de la automatización programable en la industria de bienes de capital. Estudios comparativos a nivel andino, regional y países industrializados;

(c) Estudios sobre impacto de nuevas tecnologías sobre el empleo subregional, incluyendo los aspectos de carácter social y humano;

(d) Estudios costo/beneficio de la introducción de nuevas tecnologías; y

(e) Estudios de mercado (Oferta, Demanda) por producto.

### Módulo 3: Investigación y Formación de Recursos Humanos

Las actividades a desarrollarse bajo este módulo estarán dirigidas a promover la investigación, formar recursos humanos calificados, y entrenar a profesionales y técnicos en el desarrollo y manejo de las tecnologías de Automatización Programada.

(a) Proyectos de investigación de investigación tecnológica relacionada con la Automatización Programable a ejecutarse entre las universidades, la industria y los agentes de gobierno;

(b) Establecimiento de un programa de becas en universidades y centros extrasubregionales;

(c) Cursos de corta duración de formación de recursos humanos en instituciones subregionales;

(d) Cursos de entrenamiento, dirigidos al cambio del perfil de calificación de los técnicos;

(e) Pasantías en centros subregionales y extrasubregionales;

(f) Proyectos de producción y desarrollo de hardware y de software; y

(g) Proyectos de fortalecimiento de la capacidad de diseño, y de investigación y desarrollo en producción seleccionados de la industria de bienes de capital.

### Módulo 4: Gestión empresarial

Las actividades a desarrollarse bajo este módulo estarán dirigidas a crear un ambiente apropiado en la empresa para la introducción de tecnologías de control numérico y CAD en los procesos de producción, y redefinir la organización empresarial requerida para la operación de las industrias que incorporen dichas tecnologías:

(a) Misiones empresariales a países extrasubregionales;

(b) Análisis de esquemas de organización empresarial;

(c) Elaboración de catálogos e inventarios de productos y capacidades tecnológicas disponibles;

(d) Estimulo de la cooperación entre empresas subregionales de fabricantes de bienes de capital;

- (e) Estímulo a la creación de Empresas Multinacionales Andinas, en el área de nuevas tecnologías;
- (f) Fomento a la consultoría e ingeniería local;
- (g) Fortalecimiento de la capacidad de negociación de las empresas;
- (h) Establecimiento de esquemas de control de calidad y normalización;
- (i) Promoción de la utilización de tecnologías de control numérico y CAD en la empresa pequeña y mediana subregional y promoción de la misma como proveedora de bienes y servicios;
- (j) Fomento y estímulo al fortalecimiento de la pequeña y mediana industria, y cooperación interempresarial;
- (k) Promoción de bolsas de subcontratación; y
- (l) Establecer esquemas apropiados para mejor utilización del poder de compra del estado.

El programa JUNAC/ONUDI de Innovación Tecnológica en el Sector de Bienes de Capital de los países del Grupo Andino descrito anteriormente deberá ejecutarse en un período de dos años, después de los cuales se espera se convierta en un centro subregional autóctono y en el cual participaren activamente las empresas productoras de bienes de capital, entidades gubernamentales vinculadas a estos temas y las diferentes facultades de ingeniería y escuelas técnicas directamente involucradas en el desarrollo y promoción de las nuevas tecnologías de información en los países del Grupo Andino.

Anexo I

LISTA DE PARTICIPANTES

1. Participantes nacionales

Hector Alcozer  
Secretario Ejecutivo  
Comision Ecuatoriana de Bienes de Capital -CEBCA  
Apartado Postal 1293  
Quito  
Ecuador  
Tel: 236321 - 543409

Jorge Anumada  
COLCIENCIAS  
Subdirector Recursos Cientificos y Tecnológicos  
Apartado Aereo 051580  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2741487  
Telex: 44305 FOCOL CO

Jorge Cabrera  
ENTEL  
Gerente Comercial  
Calle Colon 330, Edif. Colon  
Casilla 1782  
La Paz  
Bolivia  
Tel: 361315  
Telex: 2321

Juan Gonzalo Castellanos  
COLCIENCIAS  
Asesor Programa Electronica-Informatica  
Diagonal 22C. No. 27-50, Apto.114  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2683686

Fabian Carrion Jaramillo  
CONACYT  
Jefe de la División de Desarrollo Tecnológico  
Avenida Patria No.850 y Avenida 10 de Agosto  
Quito  
Ecuador  
Tel: 550699

Ramiro Fernandez  
Ministerio de Industria y Comercio  
Jefe Departamento de Computación -  
Dirección General de Normas y Tecnología  
Avenida Camacho Esq. Bueno  
La Paz  
Bolivia  
Tel: 377309-372047  
Telex: 3259 DICOMEX BV

Luis Gustavo Flores  
FEDEMETAL Y Fundación Nueva Colombia Industrial  
Vicepresidente y Asesor Principal  
Calle 35 No.4-81  
P.O. Box 10262  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2455939

Luz Maria E. De Balaguera  
Nueva Colombia Industrial  
Asistente Dirección  
Calle 35 No.4-81  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2455528

Alfredo Fuentes  
Consultor COLCIENCIAS  
Transversal 12 No.123-46  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2144478

Jorge Heraud  
CONCYTEC  
Director (Consejo Directivo)  
Camilo Carrillo 114 Piso 9 Jesus Maria  
Lima  
Perú  
Tel: 41-1300

Ricardo Alfredo Herrera Abad  
Proyecto Especial Compras Estatales "Pece"  
Ministerio de Industria y Comercio, Turismo e Integración  
Director Ejecutivo  
Av/CORPAC S/N San Isidro -Lima  
Lima  
Perú  
Tel: 407120/209

Ernesto Lorenz  
MAPLATEX, C/A/ (CONICIT)  
Jefe de Proyectos  
Centros Seguros La Paz  
Oficina 61-N Ave. Fco. D. Miranda  
Caracas  
Venezuela  
Tel: 2393922  
Telex: 27254 MPT-VC

Fernando R. Martinez  
CONDIBIECA  
Secretario Técnico Grupo Programados Ind. Electronica e Informatica  
Piso 5 Edificio Torreón  
Calle Veracruz/Las Mercedes  
Caracas  
Venezuela  
Tel: 920033

Hector Alcozer  
Secretario Ejecutivo  
Comision Ecuatoriana de Bienes de Capital -CEBCA  
Apartado Postal 1293  
Quito  
Ecuador  
Tel: 236321 - 543409

Jose Demetrio Martinez Montoya  
Programa Bienes de Capital - INCOMEX/ONUDI/PNUD  
Asesor ONUDI  
Edificio Fenix Piso 22, Carrera 7 No. 27-32  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2346272

Felix Moreno  
Fundación TECNOS  
Director  
Calle 79B No. 8-64  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2126507

2. Consultores ONUDI

Carlos Maria Correa  
Subsecretaria de Informática y Desarrollo  
Subsecretario  
Cordoba 831 Piso 7  
Buenos Aires  
Argentina  
Tel: 7811711  
Telex: 25272 SECYT

Jean Chabrol  
ONUDI  
Consultor  
28 Avenue Faidherbe  
92600 Asnières  
Francia  
Tel: (1) 47903715

Charles Edquist  
Department of Technology and Social Change  
University of Linköping  
S-58183 Linköping  
Sweden  
Tel: 46 281000  
Telex: 50122 TEMAS

Manuel de Jesus Mendes  
Universidad Estadual de Campinas -SP (UNICAMP)  
Profesor Titular  
UNICAMP-FEE  
Departamento de Computación y Automatización Industrial  
13100 - Campinas - SP  
Brasil  
Tel: 391395  
Telex: 191150

Karl H. Plätzer  
Consultor  
Im Wingert 9  
D-6237 Liederbach  
Alemania  
Tel: (069) 309601

3. JUNAC

Carlos Aguirre  
Junta del Acuerdo de Cartagena  
Jefe del Departamento de Tecnología  
Paseo de la República 3895 - San Isidro Lima-Peru Casilla 548  
Lima 18 Peru  
Lima  
Perú  
Tel: 414212  
Telex: 20104 PU

Rodrigo Arcaya S.  
JUNAC  
Jefe Departamento Industrial  
Paseo de la República 3895  
Lima  
Perú  
Tel: 414212  
Telex: 20104 PU

Eduardo Garcia Ballesteros  
JUNAC  
Asesor Departamento Industrial  
Paseo de la Republica 3895 Lima-18  
Lima  
Perú  
Tel: 414212  
Telex: 20104 PU

Raul Vásquez Rodríguez  
JUNAC/CANDICON  
Diagonal 83 No. 24-60, Apartado Aereo 093592  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2571552 - 2576419

4. ONU DI

Leonardo Pineda Serna  
ONU DI  
Oficial de Desarrollo Industrial  
ONU DI Sectoral Studies Branch, P.O. Box 300  
A-1400 Viena  
Austria  
Tel: 2631-3653  
Cable: UNIDO-VIENNA

5. Observadores

Asesel  
Carlos Garzón  
Suplente del Vicepresidente  
Calle 79 No. 45-45, Apartado Aereo 44556  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2250638 - 2503904

Centro Internacional de Física y Universidad Nacional  
Fabio Chaparro B.  
Miembro Junta Directiva - Profesor Departamento de Física  
Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2442874

Centro Internacional de Física (CIF)  
Federico O. Sequeda  
191 Giddings Court  
San Jose, CA  
U.S.A.  
Tel. casa: 408-972-8940  
Tel. oficina: 408-927-1360

• **Corporación Andina de Fomento**  
German Jaramillo Rojas  
Representante en Colombia  
Calle 29 No. 6-58. Oficina 302  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2853540 - 2851760  
Telex: 41207 CAF CO.

**Delectrónica Ltda.**  
Abelardo Arciniegas Sanchez  
Representante Presidencia (Ing. Aeronautico)  
Calle 127 No. 41a.-69 Apto. 205  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2716505

**Delectrónica Ltda.**  
Gonzalo Gómez Marín  
Presidente  
Avenida Caracas No. 37-20, Apartado Aereo 15772  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2454436 - 2859604  
Telex: 43499 DISEC

**Departamento Nacional de Planeación**  
Hernán Ceballos  
Tecnico  
Calle 78 No. 56A-52 Apto. 502  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 240768

**Ministerio de Desarrollo Economico**  
Irma Yaneth Aranda H.  
Asesora División Programas Sectoriales  
Calle 26 No. 13-19, Piso 36  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2420384

**Pontificia Universidad Javeriana**  
Pedro R. Vizcaya G.  
Jefe Sección Comunicaciones  
Carrera 7 No. 40-62 - Facultad de Ingeniería  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2880200

Universidad de los Andes  
Klaus Dieter Meier  
Profesor  
Apartado Aereo 4976  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 284991i

Universidad Distrital  
Manuel Sanchez M.  
Decano  
Carrera 8A. No. 40-78  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2320284

6. Interpretes

Lucía Jaramillo  
Intres Ltda  
Interprete  
Carrera 15 No. 72-62 Oficina 205  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2553324

María Victoria Giraldo  
Intres Ltda.  
Interprete  
Carrera 15 No. 72-62 Oficina 205  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2553324

7. Personal de Secretaria

Luz Marina Moreno  
COLCIENCIAS  
Secretaria Subdirección Recursos Científicos y Tecnológicos  
Transversal 9A. No. 133-28  
Bogotá  
Colombia  
Tel: 2741487  
Telex: 44305 FOCOL CO.

Anexo II

PROGRAMA DE TRABAJO

REUNION DEL GRUPO TECNICO ONUDI/JUNAC  
PARA LA FORMULACION DE UN PROGRAMA DE TRABAJO EN MICROELECTRONICA  
EN LAS INDUSTRIAS DE BIENES DE CAPITAL DE LOS PAISES DEL GRUPO  
ANDINO PROYECTO UC/RLA/86/230

ORGANIZADA EN COOPERACION CON:

COLCIENCIAS, FEDEMETAL Y LA FUNDACION NUEVA COLOMBIA INDUSTRIAL

**DOMINGO 8 DE MARZO**

**Mañana 10:00** Salida de Bogotá a Paipa, Hall Principal Hotel Tequendama

**Tarde 5:00** Registro de participantes en el Centro de Convenciones de Paipa

**6:30** Apertura de la reunión: Dr. Jorge Ahumada, Director (e) de COLCIENCIAS;

- Dr. Luis G. Flórez, Vicepresidente Técnico de FEDEMETAL;
- Prof. Carlos Aguirre, Jefe División Polótica y Tecnológica, JUNAC
- Sr. Leonardo Pineda, Sub-División de Estudios Industriales, ONUDI

**LUNES 9 DE MARZO**

**Mañana 9:00** La situación de las nuevas tecnologías de información en los países de la OCDE y perspectivas para los países en desarrollo. Por Prof. Charles Edquist, Policy Research Institute, University of Lund, Sweden

**10:30** Café

**11:00** El papel de las pequeñas y medianas industrias de bienes de capital en el empleo de la microelectrónica, Por K.H. Plätzer, Consultor Internacional, Frankfurt, República Federal de Alemania.

**12:30** Almuerzo

**Tarde 2:00** El desarrollo tecnológico en industrias de bienes de capital de interés para los países Andinos, Por J. Chabrol, France.

**3:30** Café

**3:45** Discusión sobre los temas del día

**5:00** Cierre de la sesión del día.

**MARTES 10 DE MARZO**

**Mañana 9:00** Las industrias de bienes de capital frente a la adopción de nuevas tecnologías.

- El caso de Argentina, por el Dr. Carlos Correa, Secretaría de Informática, Argentina.

- El caso de Brasil, por el Prof. Manoel Méndez, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Campinas, Sao Paulo, Brasil.

10:30      Café

10:45      La situación de las industrias de bienes de capital de los países andinos frente a las Nuevas Tecnologías de Información. Presentación por país participante.

12:30      Almuerzo

Tarde      2:00      Política Tecnológica en los países andinos, por JUNAC, Lima

            3:30      Café

            3:45      Discusión y sugerencias de los participantes

            5:00      Cierre de la sesión del día.

**MIERCOLES 11 DE MARZO**

Mañana    9:00      Open-ended session, Principales limitaciones para promover la microelectrónica en las industrias de bienes de capital de los países andinos, por JUNAC y ONUDI.

            10:30      Café

            10:45      Configuración del programa de trabajo para la JUNAC/ONUDI. Principales elementos que deberán configurar un programa.

            12:30      Almuerzo

Tarde      2:00      Continuación del tema de la mañana

            4:00      Cierre de la sesión del día.

**JUEVES 12 DE MARZO**

Mañana    9:30      Presentación informe final del grupo Técnico ONUDI/JUNAC

            11:00      Aprobación del informe y sesión de clausura

            12:00      Almuerzo

Tarde      2:00      Regreso a Bogotá, Hotel Cosmos

**VIERNES 13 DE MARZO** Mesa redonda organizada por COLCIENCIAS, FEDEMÉTAL y la Fundación Nueva Colombia Industrial sobre microelectrónica en la industria metalmeccánica de Colombia. Presentación por parte de los expertos internacionales, ONUDI y JUNAC.

- Mañana**
- 8.00 Inscripciones
- 8.30 Instalación:  
Miguel Alfonso Merino Gordillo, Ministro de Desarrollo.
- 9.00 Situación Internacional y Potencial de la Microelectrónica en la Industria de Bienes de Capital.  
  
Charles Edquist: Profesor Policy Research - Institute University of Lund- Sweden  
Panel
- 10.30 Café
- 10.45 Lineamientos para un Programa Andino en Microelectrónica en la Industria de Bienes de Capital.  
  
Leonardo Pineda Serna, ONUDI, Viena  
Carlos Aguirre, JUNAC, Lima  
Panel
- 12.00 Almuerzo
- Tarde**
- 2.00 Políticas para Promover las Nuevas Tecnologías de la Información en Colombia.  
Demetrio Martinez  
INCOMEX - ONUDI: Programa de Bienes de Capital  
Panel
- 3.15 Café
- 3.30 Oportunidades para la Industria derivadas del Plan Indicativo Nacional de la Informática.  
Fernando Jordan  
Secretario General, Ministerio Desarrollo  
Panel
- 4.45 Café
- 5.00 Mesa Redonda
- 6.00 Clausura  
Jorge Méndez Munevar, Presidente de FEDEMÉTAL

Anexo III

LISTA DE DOCUMENTOS

1. Documentos de Debate

- Aide Memoire
- The impact of new emerging technologies on selected engineering products of interest to Andean countries, por Mr. J. Chabroi and A. Laffaille. (France)
- El papel de las pequeñas y medianas industrias de bienes de capital en el empleo de nuevas tecnologías de información. Por K.H. Plätzer. (República Federal de Alemania)
- The impact of developing countries of flexible automation in the capital goods industry - A project outline. Por Prof. Ch. Edquist (Suecia)
- Technological development of industrial automation and capital goods industry in Brazil. Por Prof. Manuel Mendes (Brazil)
- Automatización industrial en la Argentina. Estado Actual y Perspectivas, Por Carlos M. Correa (Argentina)

2. Otros Documentos

- UNIDO, The Machine Tool Industry in the ASEAN Region: Options and Strategies. Main issues at regional level. Sectoral Working Paper Series, No.49, Volume I (1986), UNIDO/IS.634
- UNIDO, The Machine Tool Industry in the ASEAN Region: Options and Strategies. Analysis by country. Sectoral Working Paper Series, No.49, Volume II (1986), UNIDO/IS.634/Add.1
- UNIDO, Technological Requirements for the Machine Tool Industry in Developing Countries. Sectoral Working Paper Series, No.51 (1986), UNIDO/IS.642
- UNIDO, The Role of Computerized Technology in Manufacturing Process, by R. Zielinski, Special Technical Adviser, Engineering Branch
- UNIDO, Final Report of the UNIDO/ESCAP Technical Working Group on Production and Use of Machine Tools in the Engineering Industry of ESCAP Developing Countries, Singapore, 17-21 November 1986. Sectoral Working Paper Series, No.55 (1986), PPD.17
- UNIDO, Technological Perspectives in the Machine Tool Industry and Their Implications for Developing Countries. Development and Transfer of Technology Series, No.19 (1985), UNIDO/ID.312

- UNIDO, Selected Aspects of Microelectronics Technology and Applications: Custom and Semi-Custom Integrated Circuits, Technology Trends Series No.1 (1986) UNIDO/IS.631
- UNIDO, Selected Aspects of Microelectronics Technology and Applications: Numerically Controlled Machine Tools, Technology Trends Series No.2, UNIDO/IS.632
- UNIDO, World Non-Electrical Machinery. An Empirical Study of the Machine Tool Industry, (1984), UNIDO/ID.290
- UNIDO, Flexible Manufacturing Systems, An Overview, by John Bessant, (1985), UNIDO/IS.539
- UNIDO, International Trends in the Machine Tool Industry - Implications for Argentina, (1985), UNIDO/IS.565

### SUMMARY

The present document is the final report of the Technical Working Group for the formulation of a programme for JUNAC on microelectronics in the capital goods industry of the Andean Group countries (Bolivia, Colombia, Ecuador, Peru and Venezuela), held in Paipa and Bogotá (Colombia), from 8-13 March 1987.

The main objective of the working group was to analyze the impact of new technological developments in the capital goods industry and to derive a joint work programme to be developed by the member countries of the Andean Group with the support of UNIDO and JUNAC, in order to facilitate the introduction and application of microelectronics in the capital goods industry of these countries.

The participants in the working group made recommendations in two specific areas: on the promotion of the electronics industry at subregional level and on the impact of new information technologies on the capital goods industry. The recommendations are oriented toward the establishment of a programme of co-operation in the Andean countries for the electronics industry and to request UNIDO and JUNAC to develop a subregional technical assistance programme on technological innovation in the capital goods industry in the countries of the Andean Group.

### SOMMAIRE

Le présent document constitue le rapport final du groupe de travail technique chargé de formuler pour JUNAC un programme de microélectronique dans l'industrie des biens d'équipement des pays du Pacte Andin, la Bolivie, la Colombie, l'Equateur, le Pérou et le Vénézuéla. Les participants se réunissaient à Paipa et à Bogotá (Colombie) du 8 au 13 mars 1987.

L'objectif principal proposé au Groupe de travail consistait à analyser l'effet produit par les nouveaux développements technologiques sur l'industrie des biens d'équipement pour dresser ensuite un programme de travail conjoint qui serait développé par les pays membres du Groupe andin, avec l'appui de l'ONUDI et de JUNAC, dans le but de faciliter l'introduction et l'application de la microélectronique dans l'industrie des biens d'équipement de ces mêmes pays.

Les participants au groupe de travail apportèrent des recommandations sur deux points spécifiques: la promotion de l'industrie électronique au niveau sous-régional et l'effet produit sur l'industrie des biens de capital par les nouvelles technologies de l'information. Les recommandations sont orientées vers l'établissement d'un programme de coopération entre les pays andins dans le domaine de l'industrie électronique d'une part, et sur une demande auprès de l'ONUDI et de JUNAC d'autre part, afin que ces organismes développent un programme d'assistance technique à l'innovation technologique dans l'industrie des biens d'équipement pour les pays du groupe andin.

Para la orientación de nuestro programa de publicaciones le agradeceríamos que, como colaboración a la realización de ese programa, completara el siguiente cuestionario y lo devolviera a la ONUDI, Subdivisión de Estudios Sectoriales, D2073, P.O. Box 300, A-1400 Viena, Austria.

C U E S T I O N A R I O

Microelectrónica en las Industrias de Bienes de Capital de los Países del Grupo Andino. Informe Final de la Reunión del Grupo Técnico ONUDI/JUNAC.

(marcar la casilla apropiada)

- |  | Si                       | No                       |
|--|--------------------------|--------------------------|
| (1) ¿Han sido de utilidad los datos presentados en el estudio?                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (2) ¿Es sólido el análisis formulado?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (3) ¿Se proporciona nueva información?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (4) ¿Está de acuerdo con la conclusión?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (5) ¿Considera que las recomendaciones son acertadas?                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (6) ¿La presentación y el estilo facilitan la lectura de la publicación?                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (7) ¿Desea que su nombre se incluya en nuestra lista postal para el envío de documentos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

En caso afirmativo, indique los temas que le interesan

- |   |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|
| (8) ¿Desea que se le envíe la lista más reciente de documentos preparados por la Subdivisión de Estudios Sectoriales? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (9) ¿Tiene algunos otros comentarios?   |                          |                          |

Nombre:  
(en mayúsculas) .....

Institución:  
(con la dirección completa) .....

Fecha .....

— — —

—

— —

—

—

—

—