



**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)

1985

DP/CO2/82/016

1.

MR ESTE VA MARABOTÓ

Colombia. (LA INDUSTRIA ELECTRONICA).

INFORME DE LA VISITA DE TRABAJO REALIZADA DEL 17 AL 31 DE MARZO DE 1985.

abril 20 de 1985

14964

A petición de los Directivos del proyecto INCOMEX/ONUUDI/PNUD de Bienes de Capital realicé una visita de trabajo para asistir en el diseño de los términos de referencia de la monografía relativa a equipo electrónico y de comunicaciones.

Como preparación, examiné varios documentos que me fueron enviados previamente: un estudio sobre electrónica de consumo en Colombia fechado en 1977, el informe de una Misión Colombiana a oriente, un informe fechado en 1984 sobre la industria electrónica brasileña y el artículo "La Industria Electrónica Brasileña: situación en 1982".

Como parte del presente informe proporciono una nota de comentarios al informe de la Misión Colombiana a oriente, así como las conclusiones generales que podrían derivarse de las visitas realizadas a empresas y universidades. Estas últimas conclusiones, respaldadas por las notas de trabajo que preparé sobre la marcha relativas a cada una de las visitas.

Los documentos que examiné durante mi estancia incluyeron los términos de referencia generales de las monografías, el primer informe de avance relativo a la monografía de telecomunicaciones, los estudios que sustentan la propuesta de creación de un instituto de investigación en telecomunicaciones y algunas notas de trabajo referentes a otros aspectos del programa, incluyendo los términos de referencia para el estudio de infraestructura en procesos de producción y los relativos al proyecto de promoción tecnológica.

Entrego, como parte del presente informe, mis recomendaciones relativas a los términos de referencia de las monografías y los comentarios que discutí personalmente con los interesados, a los términos relativos a los 2 proyectos mencionados de infraestructura y de promoción tecnológica.

Para poner en marcha el trabajo conducente a formular un guión de los términos de referencia para monografías sobre electrónica profesional, examiné los listados de demanda aparente de Bienes de Capital Electrónicos generados en PRO-EXPO. En su momento, hice observaciones al respecto e incorporé como parte de mi informe algunas tablas que preparé, en las que interpreto la información proporcionada, para buscar una posible jerarquización de los proyectos.

También formulé una nota de trabajo conteniendo recomendaciones relativas a la delimitación del campo de estudio de las monografías de electrónica. Me parece de utilidad hacer estas observaciones, para hacer notar que la naturaleza de esta monografía podría ser en algunos aspectos diferente de las restantes.

Asiento algunas de mis reflexiones personales en 3 notas de trabajo que también anexo al informe: "ideas para el análisis de la industria electrónica en Colombia, con énfasis en Bienes de Capital", "elementos del sistema de la industria electrónica" y "notas para el informe final".

Al final de mi visita, tuvimos una reunión de información a los funcionarios del INCOMEX y del proyecto sobre sus aspectos principales. En ella me referí especialmente a las oportunidades identificadas durante mi estancia, que pudieran comenzar a explorarse de inmediato, sin necesidad de esperar hasta que se concluyan los estudios. Para asentar esta parte del trabajo preparé el documento "Recomendaciones Relativas a Algunos posibles Proyectos, en relación con la Industria Electrónica en Colombia".

Finalmente, a partir de todo esto, preparé el documento "Términos de Referencia para monografías sobre Electrónica Profesional", que dejé iniciado en Bogotá y que ahora anexo completo como parte integrante de mi informe.

A lo largo de mi visita hubo además varias entrevistas de trabajo con industriales y con algunos de los miembros del Grupo que desarrolla el proyecto en el INCOMEX. Pude apreciar los avances realizados y también observé algunos aspectos que podrían mejorarse. En mi entrevista final con el Director del proyecto, Mauricio Pérez Salazar, recomendé atender de manera especial los problemas de liderazgo formal, integración del equipo de trabajo y claridad en los objetivos perseguidos y los resultados concretos buscados.

Agradezco las atenciones recibidas durante mi estancia y la cooperación que tuve en todo momento. En especial, agradezco la colaboración de Joaquín Romero y de Mauricio Nieto.

Notas útiles para la metodología de la monografía.

.Estudio sobre electrónica de consumo en Colombia. (1977)

35 empresas localizadas principalmente en Bogotá, Cali, Medellín y Pereira.

Alta participación de capital extranjero (Phillips, GE, Sharp).

Gran concentración en 4 empresas principales.

Dos fabricantes de condensadores (Electrónica Andina y Langebeck & Kier).

4 productores de circuitos impresos y sus elementos (Tecson, Corte Químico, Terwengel, Sintéticos S.A.), en empresas orientadas a otras actividades.

En 1975 el sector produjo 1,465 millones de pesos, con un valor agregado de 677 millones.

La actividad principal es el ensamble de televisores, en unas quince empresas, la mayor de las cuales tiene una participación en el mercado de 17%.

8 empresas y muchos talleres producen amplificadores, radiolas, equipos de sonido y fonógrafos.

Se producen cinescopios de Tv blanco y negro en dos empresas, activas también en la fabricación de los televisores.

En condensadores, se atiende la mayor parte de las demandas del mercado.

La fabricación de placas para circuitos impresos, en una empresa orientada a láminas decorativas, no ha encontrado aceptación. Suministran el 10% de la demanda total.

3 empresas producen algunas otras componentes, en forma muy dispersa.

Por cada peso producido, la industria electrónica de consumo genera 46 centavos de valor agregado.

Por cada peso producido, se importan 13.5 centavos.

Por cada peso producido se pagan 1.6 centavos de regalías al exterior (promedio del sector).

El mercado interno se caracteriza por preferir los productos importados (incluso por contrabando), tendencia a comprar a crédito, lo que exige alta capacidad financiera del productor, alta diversidad de modelos y altos diferenciales de precios en comparación con los internacionales.

La diversidad de insumos requeridos es muy grande; sin embargo, se presta para lograr altas integraciones nacionales.

Hay en general muy baja inversión fija por empleo directo generado, en relación con las demás ramas industriales. En especial, en la producción de componentes.

Tecnológicamente, la capacidad existente se concentra en la producción menos compleja; casi no hay diseño y producción de componentes activos y equipo profesional.

La eficiencia conjunta es baja, principalmente como consecuencia de la alta dispersión de fabricantes y diversidad de productos. Los precios de la producción nacional llegan a 100-450% más que los internacionales.

Los controles arancelarios no son muy eficaces, ya que se facilita el contrabando, dadas las pequeñas dimensiones y alto valor que tienen los productos y sus componentes.

En 1975, el sector importó aproximadamente 20 veces lo que exportó. Se ha contemplado buscar una integración de los productores de la región andina, a partir de la idea de complementación. Está a nivel de "propuesta".

Se producen ya en el país cinescopios, condensadores, transformadores, yugos de deflexión, selectores de canales, circuitos impresos, chasises, gabinetes y parlantes. Se cree que constituirán la mayor parte de la demanda futura de componentes.

La participación de la producción nacional en el consumo aparente del sector es de aproximadamente 83%.

**.Informe de la misión colombiana sobre electrónica e informática.**

Colombia debe emprender un programa nacional encaminado a lograr una rápida absorción de la informática en todos los campos y a todos los niveles.

En educación, los microcomputadores jugarán un importante papel. Sus precios actuales son comparables a los que tenían los televisores cuando se introdujeron.

En Singapur, las firmas de computación preparan en cursos intensivos a los empresarios, por un acuerdo con el Estado.

Las redes de transmisión de datos tendrán una gran importancia en un futuro próximo.

Una opción de industrialización sería establecer empresas dedicadas a producir o ensamblar equipos básicos o componentes,

Los microcomputadores, en especial, ofrecen oportunidades de integración ya que utilizan muchas partes y componentes comunes a todos ellos.

Producir microcomputadores puede tener algunos riesgos: baja permanencia en el mercado, liderazgo fugaz de algunos productores ante la aparición de desarrollos tecnológicos más avanzados.

Sin embargo, el ensamble de computadores no puede ser una actividad prioritaria.

Otra opción podría ser el desarrollo de una industria de componentes electrónicos destinados al mercado mundial: circuitos impresos, fuentes de poder, transformadores, componentes diversos.

En el fomento de las exportaciones, el capital extranjero puede colaborar en forma muy importante, trayendo tecnología y aportando mercados.

Otra fórmula posible sería la creación y desarrollo de zonas econó-

micas especiales: zonas libres aduaneras, con manejo cambiario especial, régimen laboral especial, régimen tributario simplificado, autorización para llevar la contabilidad en dólares, servicios de transportes(aéreo y marítimo) y telecomunicaciones de calidad internacional.

Una oportunidad específica de gran interés podría ser la producción de software en español, acorde con las características y circunstancias locales.

.Informe sobre la Industria Electrónica Brasileña. (1984)

El desarrollo de una industria sana supone disminuir racionalmente las importaciones, aumentar las exportaciones, aumentar la formación de capital propio y ofrecer oportunidades interesantes para complementarla con capital de riesgo procedente del exterior.

La estrategia se basa, por lo tanto, en el fortalecimiento del mercado interno para pasar después a la sustitución de importaciones y finalmente a los proyectos locales de equipamiento, partes y componentes.

Para establecer un parque industrial de equipos, partes y componentes electrónicos se necesita: conocer el sector, dimensionar detalladamente el mercado, identificar los factores que afectan su comportamiento, desarrollar personal, invertir en investigación y desarrollo, crear incentivos fiscales adecuados y barreras arancelarias.

En electrónica, no puede aspirarse a las grandes investigaciones avanzadas desde el principio, sino más bien a la búsqueda de soluciones a problemas propios a partir de principios conocidos. (ref. Japón).

Catálogo (listas) de los principales productos incluidos en cada uno de los subsectores de "electrónica profesional": comunicaciones, procesamiento de datos, instrumentación y telecomunicaciones.

Las exportaciones brasileñas de equipo de telecomunicaciones se re

dujeron a partir de un máximo alcanzado en 1980.

El contenido de tecnología y mano de obra de la producción industrial depende del tipo de insumos que se importe. Es tanto menor cuanto mayor sea el valor agregado importado.

Instrumentos utilizados para proteger el mercado interno: poder de compra, homologación y registro, normas técnicas; similitudes, precios, calidad.

Entre 1975 y 1983, las importaciones del sector bajaron de 243 a 48 millones de dólares. Las exportaciones, subieron de 1 a 17 millones, en telecomunicaciones.

Tabla de importaciones necesarias para la fabricación de ciertas líneas específicas de productos.

Se estableció el requisito de control del capital por parte de empresas brasileriras en telecomunicaciones.

Brasil empieza a representar un porcentaje no insignificante de la producción mundial de radios, televisores, receptores profesionales de radio.

Hay 18 fabricantes de microcomputadores.

Más de 80 fabricantes producen insumos ~~ЕЭЭЭЭ~~ y componentes electrónicos: 17 de semiconductores, 8 de cinescopios y tubos, 6 de resistencias, 16 de capacitores, 5 de circuitos impresos profesionales, 28 de conectores lineales y coaxiales, 17 de conductores y cables, 27 de llaves, 14 de relés, 12 de fusibles, 5 de núcleos de ferrita. En países desarrollados, uno de los principales demandantes de partes y componentes es el sector de electrónica profesional. En Brasil aún no llega a ser así.

El sector de telecomunicaciones responde por la demanda interna del 70% de los semiconductores, el 85% de los capacitores electrolíticos, 90% de las resistencias de película, 90% de los potenciómetro de carbón, 98% de los capacitores de cerámica.

## 6.

Gráfica del mercado brasileiro de componentes electrónicas: semi-conductores, cinescopios a color, circuitos impresos profesionales, circuitos impresos consumo, altoparlantes, capacitores electrolíticos, cinescopios blanco y negro, resistencias, capacitores cerámicos, resistencias fijas, capacitores plásticos.

Papel que juega el GEICOM: integración nacional de la producción, aumento de la producción local y de las exportaciones, nacionalización del control decisorio de las empresas, desarrollo y adaptación-asimilación de la tecnología, desarrollo de más oportunidades de empleo para los brasileiros.

Estudia y diagnostica la situación actual y futura de sectores industriales específicos, coordina informalmente las inversiones en el sector, estudia y propone normas y especificaciones nacionales, estudia y propone protecciones arancelarias y aduaneras, verifica y controla el contenido de insumos extranjeros.

Secuencia adoptada para fabricación de productos que exigen alta inversión: atraer la empresa del exterior, construir la fábrica, integrar la producción, nacionalizar el control del capital.

Para planear la fabricación de componentes, hicieron una jerarquización de los insumos que más se importaban y llegaron a 13 proyectos básicos: laminados de alpaca, laminados fibrosos/fenólicos, materiales plásticos, aceros especiales y ferromagnéticos, circuitos impresos, conectores, relés y contadores de llamadas, capacitores, ferritas, semiconductores, láminas y fusibles, alambres y cables, resistencias. En algunos casos, aunque los volúmenes de la importación no bastaban para justificar la importación, tenían valor estratégico, ya que su existencia en Brasil obligaba a las empresas a incrementar su integración vertical.

Se formó un grupo de "nacionalización" de la producción en telecomunicaciones, para que explorase fórmulas. Trataron de estandarizar

las especificaciones de componentes, para aumentar la economía de escala.

Utilizaron exhaustivamente el principio de "similar nacional" para proteger la producción local contra las importaciones.

Artículo "La industria electrónica brasileira; situación en 1982".

Divide el mercado en segmentos especializados: procesamiento de datos, instrumentos y pruebas, médicos y científicos, comunicaciones, consumo, industrial, defensa y federal, electrónica automotriz.

En 1981, el mercado mundial fue de alrededor de 180 billones de dólares (miles de millones). Ha crecido a razón de 12-13% anual.

En Brasil, el ritmo de crecimiento ha sido de más de 15% anual.

En 1981, Brasil produjo 3,4 billones de dólares, de los cuales 2.6 fueron de equipo de telecomunicaciones.

Constituyen el sector unas 3,000 empresas, de las cuales el 70% son fabricantes de equipos, partes y componentes.

En 1983, el mercado fue de 4,295 millones de dólares: 2560 en productos de consumo y 1735 en electrónica profesional. En este último grupo, los renglones principales fueron telecomunicaciones (850 millones) y computación (600 millones).

Las exportaciones llegaron en 1982 a 859 millones, lo que representa el 3.1% de las exportaciones totales del país.

En 1981, produjo 10 dólares por cada dólar de importaciones, en telecomunicaciones. (En computadores, el valor fue 3 por 1)

Actualmente, más de 120 empresas son proveedoras del sistema nacional de telecomunicaciones.

La reducción de las importaciones del sector puede explicarse a partir de las siguientes medidas adoptadas: restricción a las importaciones, depósito previo restituable, aumento de las tarifas de importación, incentivos a la industria, exigencia de capital nacional ma

mayoritario por parte de los compradores.

Las capacidades instaladas de producción en equipo de telecomunicaciones han resultado ser muy superiores a las demandas reales, lo que ha originado una operación al 55% de la capacidad.

Las pequeñas y medianas empresas del sector son 100% nacionales y fabrican: equipos para redes urbanas, equipos de radio, terminales telefónicas y telegráficas, multiplex, carrier para abonados, carrier para líneas de alta tensión, bobinas de bloques y cajas de sintonía, entre otros productos.

El CPqD tiene en marcha proyectos en: conmutación electrónica, comunicaciones ópticas, transmisión digital, comunicación de datos, comunicación por satélite, componentes y materiales, sistemas de telecomunicaciones, infraestructura de R & D.

Algunos productos desarrollados localmente son: teléfono preferente, equipos multiplex, equipo portátil de revisión de líneas, concentrador de líneas, laser para uso en equipo de líneas óptica,

La aparición a nivel mundial de las centrales electrónicas abrió la primera oportunidad de buscar un dominio "oportuno" sobre esa tecnología.

Se reservó el 40% del mercado a la tecnología nacional con la exigencia de nacionalizar el capital y asegurar la transferencia de la tecnología. Se estableció que el número de tecnologías diferentes no debería exceder de dos o tres. Las ganadoras tuvieron que buscarse un "socio nacional mayoritario".

Se estableció en Telebras una política de adquisiciones que favorecía a las empresas con mayoría nacional.

En el caso del satélite de telecomunicaciones, se negoció con Canadá y Francia la compra de productos brasileños a cambio de las adquisiciones que se les harán.

En computadores, IBM exporta más de lo que importa actualmente. En

minicomputadores, la exigencia de fabricación nacional ha dado como resultado la creación de empresas satélites en varias áreas, sobre todo en la producción de equipos periféricos.

La producción de microcomputadores se reservó, desde 1979, a empresas 100% nacionales.

El financiamiento de estas empresas ha sido su principal problema, tanto por su tamaño mismo como por las exigencias de crédito a los clientes y por el hábito de los accionistas de no aportar capital fresco sino sólo capitalizar los resultados.

Los precios de los productos nacionales alcanzan hasta tres veces los corrientes en otros países para productos equivalentes. Para reducirlos, se cree que es necesaria una mayor integración nacional en la producción local de insumos. También se necesita buscar un mayor volumen de inversión en la producción de software propio.

La computación para control de procesos es un mercado emergente de alto crecimiento; las empresas estatales representan cerca de 60% de este mercado, en el que Brasil importa como 90% de lo que usa. El primer paso para una política a este respecto, será el establecimiento de controles sobre las importaciones de hardware. También se está considerando establecer un centro especial de R & D.

La zona franca de Manaus ha sido un instrumento de desarrollo de la industria electrónica orientado a: dar continuidad al programa de integración, especializar el centro Manaus en electrónica de entretenimiento, implantar una serie de empresas orientadas a producir insumos intermedios, aumentar las exportaciones, hacer compatible la producción de la zona franca con la política general.

Se propuso también la creación de un laboratorio de aplicación industrial, que promoviera la sustitución de importaciones.

En el sector de componentes electrónicos, hay más de 150 productos diversos, que en 1980 produjeron 645 de los 1035 millones de -

dólares que consumió la industria , exportó 120 millones.

Las importaciones admisibles están ligadas a las exportaciones, de modo que si una empresa cumple su cuota de exportación, le conviene seguir importando, ya que de no hacerlo verá reducida su cuota el año siguiente.

Se afirma que en las naciones más avanzadas, el sector de electrónica profesional es uno de los principales responsables de la demanda por componentes y de los desarrollos tecnológicos incorporados, que luego se extienden a otras líneas dentro del sector.

COMENTARIOS AL INFORME PRESENTADO A LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA SOBRE LA MISION COLOMBIANA A ORIENTE PARA EXPLORAR OPORTUNIDADES EN LA INDUSTRIA ELECTRONICA.

ABRIL 17, 1985

-----

Coincido totalmente sobre la afirmación de que el desarrollo de esta industria en Colombia será decisivo para el futuro del país. Creo que el Gobierno, en concertación con los industriales y las universidades, tendrá necesidad de hacer definiciones explícitas que conduzcan a una estrategia y a la enunciación de una política al respecto.

En el campo de la electrónica hay 2 espacios claramente delimitados: en uno de ellos, el elemento básico es el conocimiento; el otro, es el dominio en el que se requiere alta inversión. La mayor parte de las oportunidades para los países en desarrollo están en el primer campo, tomando en cuenta los bajos costos de las componentes (que exigen alta inversión para producirlas en grandes volúmenes) y la diversidad ilimitada de posibilidades de idear circuitos o productos para múltiples aplicaciones.

No creo, sin embargo, que la estrategia pueda ser de absorción, sino más bien de participación activa; de incorporación en la línea de tecnología avanzada que haga posible participar en el desarrollo de los nuevos conocimientos y de los nuevos productos. Será difícil, pero podría ser la única solución.

En el caso particular de las microcomputadoras, habrá que tomar una opción que sea congruente con la estrategia que se define para el desarrollo de todo el sector de electrónica e informática. Cabe advertir, sin embargo, que no sería útil asumir el papel de simple ensamblador o inclusive fabricante de equipos diseñados en otra parte; habría que tener la capacidad de influir en el futuro diseño del producto, lo que exigiría tanto capacidades en materiales, partes y componentes como en el diseño de hardware y software de acuerdo a las propias circunstancias.

El valor más importante que busca al comparar un competidor, es el servicio y la disponibilidad de software.

Tal como se afirma en el informe, es de esperar que los precios de las computadoras sigan bajando. Esta tendencia resulta de la combinación de 2 factores que es importante analizar en su justa dimensión: la reducción del costo de componentes y la necesidad de competir cada vez más fuertemente en el mercado. En otras palabras, para cuando algún nuevo fabricante puede resolver los problemas de diseño y comercialización inherentes a la introducción de sus productos, los márgenes de mercado ya no serán tan interesantes. No hay más remedio que tratar de estar en la línea de fuego.

Según los expertos, la tendencia de la industria informática es hacia el desarrollo de pequeñas unidades de propósito especial, conexionadas

por unidades centrales que las articulan entre sí. Habría que explicar esta tendencia y definir las acciones que el Gobierno y los industriales colombianos derivarían de ello para asegurarse un futuro mejor y más participativo.

La definición de una estrategia nacional en este campo implicaría necesariamente asumir una perspectiva integral, que aborde desde componentes y materiales hasta software especializado, pero también global en el sentido de analizar las redes comerciales y las fórmulas de cooperación industrial y de difusión internacional del trabajo que constituyen una de sus características distintivas más importantes.

Este enfoque es importante, ya que haría buscar un buen balance del comercio exterior en la rama considerada en su conjunto, más que buscar la sustitución indiscriminada de importaciones de todos o muchos de los productos concretos. En otras palabras, no se trata de definir qué productos sustituir y cuáles no, sino de establecer qué hacer en Colombia para el mundo y qué comprar en los otros países, a la luz de una estrategia sectorial integral.

La definición de la estrategia debería partir de un mínimo consenso nacional, lo que obligaría a hacerlo en el contexto de un programa de opinión pública que garantice por una parte la participación de los actores significativos en la definición de la política y por otra, sobre todo, su participación decidida en la instrumentación del programa que resulte.

ALGUNAS CONCLUSIONES GENERALES QUE SE DERIVAN DE LAS VISITAS REALIZADAS A EMPRESAS Y UNIVERSIDADES.

---

A continuación, enuncio en forma de recomendación algunas conclusiones que derivan de las observaciones realizadas durante las visitas. Aunque entregué por separado los papeles de trabajo que fui escribiendo a raíz de cada una, lo que hago es una interpretación de lo que en mi concepto significan en conjunto. Por supuesto, esta interpretación tiene todas las limitaciones del corto tiempo de que se dispuso en cada caso y de la falta de un cuestionario estructurado, "cerrado" que permitiera después clasificar las respuestas.

Sin embargo, pienso que algunas de estas ideas pueden ser orientadoras, aunque sólo sea de otros trabajos que profundicen más.

- Parece existir capacidad importante de innovación tecnológica en electrónica, en particular en pequeñas empresas, en las que domina el modelo "de un solo hombre". Aunque se utilice a veces el principio de "fusilar diseños", me parece que se está haciendo bien, con una buena idea de las adaptaciones que se necesitan para las circunstancias del país y las propias de cada empresa.
- Por contra, esta visión condiciona la cobertura de mercados. Muchos de los productos así creados se venden en volúmenes bajos a pocos clientes y, una o dos de las empresas visitadas plantea la necesidad de manejar muchos productos distintos, lo que obliga a incrementar las inversiones en inventario.
- Es notorio que hay capacidad de ingeniería en las pequeñas empresas de electrónica; sin embargo, dicha ingeniería casi no se combina, al menos formalmente, con la ingeniería de las aplicaciones. Consecuentemente, productos electrónicos significativos tropiezan con graves dificultades para introducirlos comercialmente por la falta de participación en su desarrollo de quienes después tendrían que usarlos.
- En varias de las pequeñas empresas visitadas, el innovador-empresario-promotor opera prácticamente solo. Tiene operarios, auxiliares y técnicos pero sólo excepcionalmente cuenta con el respaldo de un grupo inteligente que asegure la continuidad de su esfuerzo creador.
- Sólo excepcionalmente encontramos casos en que el desarrollo del producto hubiese respondido a una demanda explícita de mercado. Inclusive, en uno de los casos, se trata de la identificación de una oportunidad de exportación, que aprovechamos gracias a la capacidad de gestión de los promotores: sin fábrica propia, están exportando 30 millones de dólares anuales de equipo a varios países.
- Hay una opinión unánime en el sentido de que una de las grandes dificultades para el desarrollo de la electrónica en Colombia es la obtención de componentes. Particularmente no hay fabricación de componentes activos, la fábrica de condensadores que se instaló en el pasado en Pereira,

tuvo que cerrar a consecuencia de la competencia de componentes importadas. Además, el sistema de distribución de componentes es deficiente, hay mucho contrabando, a veces en pequeños lotes "urgentes" que se traen a costa de viajes especiales.

- Algunos de los productores visitados mencionaron inclusive, dificultades en la aduana si el país de origen mencionado en la declaración que acompaña el pedimento de importación difiere del indicado en el embarque. No se toma en cuenta en las aduanas el hecho de que la fabricación de componentes electrónicos en la actualidad es actividad internacional sujeta a muchos programas de cooperación entre países.
- La dificultad para obtener componentes obliga a muchos proveedores principalmente pequeños a tener sobreinversión en inventarios. Si esto se une a las grandes dificultades que tienen para obtener financiamientos, por no ser considerados sujetos de crédito, la dificultad se magnifica.
- Los grandes productores, en cambio, parecen sufrir mucho menos, ya que su volumen de actividad y quizá también sus términos de negociación les permite importar "kits", en lugar de componentes sueltas. Muchas componentes, sobre todo metálicas y plásticas se siguen importando a pesar de que podrían sin alguna dificultad producirse en el país: conectores, terminales, disipadores, etc.
- Los productores pequeños operan con altas ineficiencias tanto en el uso del espacio como del equipo y la mano de obra, puesto que no pueden justificar el uso de muchos recursos para ingeniería industrial, operan en condiciones casi artesanales.
- Si bien los márgenes comerciales de esta clase de productos son elevados, lo cierto es que sin una buena ingeniería de producción la industria electrónica nacional estará condicionada a ser subsidiada o a no ser significativa.
- Los financiamientos son escasos y las condiciones para otorgarlos, inflexibles. Si a esto se añade que los compradores del sector público tardan en pagar, los aprietos financieros de los pequeños productores son casi insuperables.

Es necesario asumir una posición activa para resolver este problema. Podría pensarse, inclusive, en un fondo de capital de riesgo, que aportara recursos complementarios, en forma temporal, para respaldar el crecimiento que está obligado a ser muy fuerte, sobre todo en las condiciones actuales (varias de las empresas visitadas reportaron haber aumentado su tamaño varias veces cada año, durante varios años).

- Las empresas grandes tienden a concentrarse en la actividad de ensamble de productos predominantemente con tecnología extranjera, ya sea como filiales directas o a través de coinversiones. Es notorio que se hace poco esfuerzo de desarrollo de proveedores locales; siempre que el Gobierno lo permite, se adquieren kits cerrados, que incluyen muchas veces componentes que ya

se fabrican o se podrían fabricar en el país.

- En resumen, el campo de la industria electrónica parece estar configurado por una gran diversidad de tamaños y capacidades técnicas, comerciales, administrativas y financieras, que cubren todo el espectro entre los 2 extremos: la pequeña industria nacional con pocos recursos y mucha energía interna y capacidad innovadora y la gran empresa ensambladora, con capital y tecnología extranjeras, generadora de un volumen de oferta muy alto pero no muy interesada en incrementar la integración nacional.
  - Algunas empresas fabrican sus propias máquinas de producción o aditamentos de propósito especial, lo que señala una característica potencialmente muy importante, que es la disponibilidad de buena ingeniería mecánica y de diseño. En cambio, en algunos casos se adquieren máquinas de producción anticuadas, a veces "donadas", que pueden significar un retraso tecnológico altamente inconveniente.
  - Es importante buscar una manera de administrar la innovación en el campo de la electrónica: las universidades se quejan de falta de recursos para hacer investigación básica o para desarrollar prototipos; las empresas industriales con capacidad innovadora ignoran la existencia de recursos que podrían aprovechar para complementar los propios en el desarrollo de prototipos; los grandes utilizadores de equipos electrónicos, simplemente prefieren comprar los productos ya probados por la experiencia en otros países y a ellos orientan todos sus recursos.
  - Cabría pensar en instrumentar un programa específico de fomento de la industria electrónica, que buscara resultados concretos e hiciera concurrir a ellos todos los recursos al alcance del Gobierno: financiamientos, estímulos fiscales, permisos de importación, términos de compra, protección integral, etc.
- Como parte de ese programa, podría establecerse un fondo orientado explícitamente a la creación de productos específicos, interesantes para sus usuarios, aprovechando capacidades técnicas existentes, tanto en la industria como en las universidades.
- Si los industriales de esta rama se agruparan entre sí, y si además contar con apoyo financiero adecuado, podrían constituir juntos empresas "transversales" que produjesen para todos componentes, equipos de producción y prueba, productos o sistemas más complejos que integraran los fabricados por varios de ellos o inclusive empresas comercializadoras que distribuyesen sus productos nacional e internacionalmente.
  - Las universidades podrían recibir de las grandes empresas usuarias de equipos intensivos en electrónica, encomiendas de desarrollo de productos según los campos de aplicación, lo que les obligaría a pensar en la electrónica, no solo como una especialidad en sí misma sino como un campo tecnológico al servicio de múltiples y diversas aplicaciones. De este modo, más que tener "institutos en electrónica", habría que orientarse a institutos especializados por campos de aplicación, con buen respaldo electrónico.

- Por último, la desagregación tecnológica debe llevarse hasta sus últimas consecuencias en campos tales como la tracción eléctrica, en que existen grandes oportunidades hoy para Bolombia, por ejemplo en la fabricación de choppers y controles especializados. La desagregación tecnológica no es un simple ejercicio académico que permite comparar con las "Listas de fabricantes nacionales" sino sobre todo un mecanismo de identificación de oportunidades.

Visita A Siemens. (19 de marzo de 1985)

- .Fábrica de transformadores, motores y tableros.
- .Exhibición de productos (muy pobre) que incluye motores de varias capacidades (pequeños) y un ventilador. Fotografía de un transformador de 10/15 MVA, 115kV.
- .Los motores se hacen con "más de 90%" de integración. Se importan la lámina de acero magnético, los rodamientos y los switches centrífugos, en el caso de los motores monofásicos. Las laminaciones se producen en una prensa automática con troqueles progresivos y en punzonadoras individuales de "golpe por ranura". La prensa automática es razonablemente moderna. La prensa para fundición a presión fue diseñada y construida por ellos mismos. Tiene capacidad tanto para los rotores como para las carcazas. El devanado del estator se introduce manualmente, con una tecnología anticuada. Hay dos balanceadoras de rotores, de calidad razonable. El maquinado de flechas y tapas está bien equipado, con máquinas modernas, incluyendo algunos dispositivos avanzados para asegurar su precisión. (tope en la rectificadora de superficies, con sensor a una precisión de 2-3 micras). Son prácticamente el único fabricante de motores eléctricos en Colombia. Su rango de potencias alcanza, por ahora, hasta unos 60Hp. Están por adquirir el horramental para una nueva armazón, con la que ensancharían el rango hasta cerca de 100hp. El taller de herramientas es bueno y ordenado, aunque equipado con máquinas antiguas, probablemente "heredadas" de su casa matriz en Alemania. Tienen una inversión considerable en troqueles.
- .La fábrica de transformadores dista mucho de ser moderna. Importan la lámina magnética, alambre (algunas veces), instrumentos y cam-

biadores de derivaciones tanto con carga como sin carga.

Utilizan núcleos apilados en todo el rango. El corte de las laminaciones lo hacen ellos mismos, tanto la división "al ancho" (tienen una aliter que no pudimos ver porque estaba cubierta, fuera de operación) como el corte a tamaño. Utilizan cizallas con daíes oscilantes diseñados y construídos por ellos mismos.

Las bobinas de los transformadores pequeños se devanan en Colombia; para las unidades de potencia grandes, las han importado de Alemania. No tienen planes de hacerlas pronto, pero en todo caso creen que continuarían importando el conductor "transpuesto".

Tenían poca carga de trabajo. Se quejaron de falta de insumos importados y también de reducción en la demanda.

Tienen en camino algunos equipos "donados" por su casa matriz en Alemania: un generador de Impulso, un horno de secado, un equipo para acondicionamiento del aceite. Serán de utilidad pero, si no se cuidan, contribuirán a mantener un retraso tecnológico relativo considerable, ya que en este aspecto la tecnología ha avanzado enormemente.

Están empezando a integrar el cambiador de derivaciones para los transformadores de distribución.

Los bushings de alta tensión son importados; los de baja tensión, se producen en el país.

La fábrica de tableros es fundamentalmente una ensambladora, a partir de gabinetes fabricados por ellos mismos. Tenían en ensamble final unas subestaciones móviles para minas, que son un producto de aplicación especial, con ingeniería propia y mayor valor agregado. Los dispositivos de seccionamiento en alta tensión son importados y el transformador, fabricado por ellos mismos.

Los instrumentos son totalmente importados. Inclusive, se importan los transformadores de corriente, aún los más sencillos.

.En general, se trata de una empresa de buen nivel tecnológico, aunque un poco anticuada. Tienen buena ingeniería de fábrica y, por lo visto, buena aceptación comercial.

Están aprovechando inversiones viejas que les sobran en otras partes, pero han desarrellado buenas capacidades de ingeniería propia. Según afirmaron, sólo tienen 13 funcionarios y técnicos alemanes, de un total cercano a mil trabajadores. Unos 400 son obretos y el resto, personal de apoyo, administración y ventas.

Sin embargo, es notorio que la operación se guía por principios y estilos muy "alemanes" (organización centralizada, vertical, disciplinada)

.Siemens acaba de ganar una licitación para el equipamiento eléctrico del Metro de Medellín. Incluye desde las subestaciones rectificadoras y principales hasta el equipo rodante. Puede ser importante forzar a un contenido nacional elevado, incluyendo la fabricación de los transformadores de rectificador, los motores de tracción y los choppers. Sólo a partir de un pedido significativo se puede negociar inversiones adicionales como las que habría que hacer.

.También, a través de Intelsa, han participado en la licitación de Telecom para el suministro de equipo de telecomunicaciones, en el que esperan se les califique como ensambladores nacionales.

Visita a DIESELEC. (20 de marzo de 1985).

- .Su línea de productos se centra en los equipos y dispositivos de respaldo a la continuidad y calidad del servicio eléctrico, principalmente con orientación hacia computadoras.
- .Todos sus productos han sido desarrollados por ellos mismos, generalmente a partir del análisis de equipos existentes, pero haciendo adaptaciones inteligentes y no simplemente copiándolos.
- .Están por terminar una planta industrial en la que concentrarán sus casi 300 empleados y obreros actuales.
- .Sus productos se venden a precios del orden del 50% de los importados similares y han encontrado buena aceptación. El canal más común de distribución son los fabricantes de computadoras. Exportan aproximadamente 30 millones de dólares, a centroamérica y algunos países de sudamérica.
- .Su capacidad de ingeniería es notable, tanto por su calidad como por su motivación. Han desarrollado varias docenas de productos, que actualizan sistemáticamente. Están al tanto de los principales avances tecnológicos mundiales en su campo. En casos especiales, hacen ingeniería para productos especiales, "a la medida".
- .Operan con componentes predominantemente importadas. A veces es difícil conseguirlas en el país, lo que provoca retrasos no sólo en la producción sino también, a veces, en el diseño. Las tablas para circuitos impresos ya pueden obtenerse (en Bakelita) en Colombia. Las de fibra de vidrio se siguen importando. Ellos mismos dibujan y producen sus circuitos impresos.
- .Podrían extender sus líneas de productos a rectificadores de potencia, choppers, controles de velocidad variable, que son productos de "electrónica de potencia" que representarían extrapolaciones no muy costosas de sus líneas actuales.

.También se habló de la posibilidad de que se diversifiquen "hacia atrás", para producir algunas componentes que se importan actualmente en grandes volúmenes y que podrían constituir oportunidades para empresarios colombianos. Se mencionó a este respecto la posible fabricación de disipadores, circuitos impresos y componentes pasivos. Cabría explorar este aspecto a mayor profundidad.

.La existencia de empresas como Deseles es importante, ya que representa la posibilidad de desarrollar "polos" de innovación tecnológica autónoma. Tienen buen dominio de su campo de aplicación y han encontrado maneras de estimular la creatividad de sus técnicos. Saben cómo desarrollar e introducir productos al mercado.

Es significativo que esfuerzos como estos no hayan sido recogidos por los estudios de Colciencias como una disponibilidad tecnológica importante existente en el sistema. Significa, probablemente, que no se cree que la industria contribuya en el desarrollo de Ciencia y Tecnología.

.¿Cabría pensar en que Colciencias ayudara a financiar, en riesgo compartido, el desarrollo de un chopper para el Metro de Medellín, por ejemplo?

21 Marzo 85.

24.

Entrevista en ACOPI. (Domingo de la Espriella).

- .Representación gremial, más que asociación de industriales.
- .Grupo de fuerza para defender intereses de grupo. Unos 2600 socios en todo el país. Delegaciones por departamentos, con autonomía relativa.
- .No tienen una sección explícitamente para electrónica. Aparentemente, tampoco hay interés específico.
- .Entregaron copia de directorio de socios en Bogotá-
- .Definición de Pequeña y Mediana Industria: hasta 150 trabajadores, hasta 150 millones de ventas; hasta 100 millones de activos totales.
- .Casi no conocen la industria. La ven más desde el punto de vista de "número de socios".
- .Una empresa en Medellín ha tropezado con dificultades para importar algunas componentes; eso le impide entregar equipos con alto valor agregado.
- .¿Funcionaría en estos casos la idea de Programa de fabricación con compromisos establecidos para ambas partes?.
- .Imparten cursos y seminarios, como actividad al mismo tiempo de capacitación, difusión y obtención de fondos adicionales.
- .Su único ingreso fijo son las aportaciones de los asociados, a razón de 3000 pesos mensuales cada unos.
- .Tienen una pequeña biblioteca especializada, que puede ser consultada por el público.
- .Tienen un programa de apoyo a estudiantes, en que éstos pueden desarrollar trabajos de tesis en ACOPI.

21 Marzo 85.

Visita a Ericsson de Colombia. (Augusto Garzón)

- .Fabricación de conmutadores telefónicos, tanto para servicio público como privadas.
- .Utilizan exclusivamente componentes importadas; sólo algunas partes metálicas y materiales de gasto se compran en el país.
- .No hay un programa de desarrollo de proveedores; el jefe de compras sólo promueve un nuevo proveedor para sustituir importaciones si recibe instrucciones en ese sentido. Las decisiones son tomadas por uno de los funcionarios suecos.
- .Están muy bien equipados, desde contenedores especiales para trasladar los circuitos de una estación de trabajo a otra, hasta alambrado automatizado y pruebas computarizadas.
- .Emplean unas 350 personas, de las cuales por lo menos unas 100 han recibido entrenamiento en Suecia.
- .Cuando intentan una sustitución de importaciones, la mandan probar y aprobar en Suecia. Puede tomar algún tiempo.
- .Convendría cuantificar sus consumos de algunas componentes, para estimar la posible conveniencia de producir localmente ciertas componentes específicas. En particular, parece que podría producirse "conectores", tanto "machos" como "hembras", de características varias, conductor para las máquinas alambadoras y quizás algunas resistencias de consumo muy alto.
- .Tienen un equipo totalmente mecanizado de "ola" de estaño para soldar el circuito impreso; máquinas para precortar y predoblar las "guías" de las resistencias y estaciones programadas de control de calidad.
- .Las centrales grandes se sujetan a prueba durante varios días, mediante simuladores de tráfico. La prueba es operada y vigilada por computadoras. Su preparación puede tomar hasta unos 45 días y su

realización, unos 10 @ 15.

.El personal parece conocer bien su trabajo, pero sobre todo desde un punto de vista operativo, a nivel de seguimiento concienzudo de "instructivos".

.Están preocupados por el desenlace de la licitación que está por resolverse.

.(El gobierno de Colombia va a necesitar definirse, para no quedar sujeto a tantas variantes en equipo de telecomunicaciones y para lograr un buen nivel de eficiencia y economías de escala en la fabricación de estos equipos.) -

Entrevista con Rodrigo Escebar (Fedemetal)

Estuvieron presentes Algis Didziulis (Distral) y Harry Klein (Talleres Klein). Se comentó el caso del apilador para Cerrejón. Hay interés por parte de los fabricantes. Se enviará comunicación al Ministro de Minas y Energía en este sentido, solicitando una prórroga al plazo de la licitación.

Distral se pensó originalmente para fabricar turbogeneradores. El cambio en la estrategia de electrificación, que da preferencia a las plantas hidráulicas, ha hecho necesario cambiar a turbinas e hidrogeneradores. Distral obtuvo una orden por varios generadores de 260 MVA para la Planta de Guavio.

¿Qué implicaciones tecnológicas tiene esto y cómo se manejarán, para maximizar las probabilidades de éxito?

La medida más importante que puede tomar el gobierno es reservar el mercado a los fabricantes nacionales. Reducir el ritmo de la inversión está significando serios problemas para la industria grande.

La capacidad de la industria electrónica es reducida y la aportación de las universidades, poco significativa. La industria no estimula ni financia las actividades de diseño, lo que restringe la creatividad.

Está poniéndose en marcha una nueva fundación que se llamará "Nueva Colombia Industrial". Podría contribuir a impulsar el desarrollo de la industria electrónica. (Hay que encontrar cómo).

21 marzo 85.

Visita a Fedat.

- .Fabricación de tableros y subestaciones de baja tensión y centros de control de motores; producción incipiente de relevadores de sobrevoltaje principalmente.
- .Operación centrada en la capacidad técnica de su fundador, que trabajó anteriormente para AEG de Colombia.
- .(¿convedría restaurar la operación de esta empresa, que cerró recientemente, aunque fuese buscándole comprador?).
- .Es fundamentalmente una operación metalmecánica, abastecida con componentes predominantemente importados.
- .Algunas oportunidades identificadas: contactores, interruptores térmicos, switches "W", tablillas y conectores.
- .En electrónica tienen algunos diseños propios, que producen artesanalmente. Incluyen cargadores de baterías y fuentes ininterrumpibles.

22 marzo 85.

Visita a Tenelec. (Alejandro Valencia)

- .Pequeño productor, muy integrado verticalmente, de algunos equipos electrónicos de diseño propio, incluyendo cargadores de baterías, fuentes ininterrumpibles, fuentes de poder, equipos de sonido ambiental, monederos adicionales a teléfonos, protectores de Larga Distancia Automática, citófonos y, recientemente, unidades de portadora monocanal para añadir capacidad a los "pares telefónicos".
- .Tienen otra empresa, más orientada a contratos de instalaciones eléctricas, que fabrica tableros y subestaciones unitarias para edificios, ductes y "charolas". En Cali, se ocupan de la fabricación e instalación de las subestaciones Siemens.
- .Producen en una casa habitación, en forma un poco desordenada. Tienen desde metalmecánica en pequeña escala (muy integrada) hasta prueba y almacenaje de los equipos terminados.
- .Parece haber una gran sobreinversión en inventarios. Aunque la atribuyen a las restricciones para importar componentes, se debe al menos en parte a la falta de una buena administración.
- .El diseño y la administración se hacen manualmente. Producen sus propios circuitos impresos, a partir de material principalmente importado.
- .Es notorio que necesitan mejorar las funciones de diseño industrial y de ingeniería industrial. Sólo el alto valor agregado que llevan esta familia de productos explica que puedan operar con tantas ineficiencias.
- .Es el típico negocio "de un solo hombre".
- .Tienen graves dificultades financieras, que están restringiendo su crecimiento. Aunque lograron una recuperación prácticamente de una "quiebra" (solvencia 1:8), necesitan capital de trabajo para poder atender demandas existentes. Por supuesto, una buena parte podría

generarse reduciendo los inventarios (estimativamente, 8 meses de ventas, que es excesivo para una operación con tan bajo contenido de materiales) o las cuentas por cobrar (más de dos meses, aunque sus convenios de pagos son a 30 días)

.Es preciso pensar en fórmulas de financiamiento que eliminen algo de la presión que experimentan los pequeños industriales que difícilmente pueden ser sujetos de crédito.

.Desarrollan productos desordenadamente, sobre todo bajo indicaciones de su fundador, que concibe ideas muy creativas y las impulsa. Es notorio que necesita apoyo administrativo y mejor gente bajo sus órdenes. (sólo tiene "seguidores").

22 marzo 85.

Visita a Sincron. (Adolfo León Reyes).

- .Pequeño productor de instrumentos bien concebidos y tecnológicamente avanzados, principalmente contadores y termómetros digitales.
- .Visión de línea de productos de acuerdo a aplicaciones específicas, bien conocidas y dominadas.
- .Están entrando en el campo de los microprocesadores, lo que les ha permitido desarrollar algunos sistemas para manejo de múltiples variables. Tienen ya vendido un sistema de ese tipo, en aproximadamente 350,000. Un control de temperatura puede venderse en unos 46,000 pesos. (Muy alto valor agregado; precio por Kg.)
- .Diseñan utilizando la computadora (Osborne, 4 diskettes). También la usan para propósitos contables y para control de inventarios.
- .Tienen una operación muy productiva, que factura como 3 millones de pesos mensuales, ocupando una superficie mínima en una casa habitación. El secreto es una operación muy ordenada, tanto en la producción como en la administración.
- .Comenzaron hace aproximadamente 7 años, con un capital de 15,000 pesos. Ahora tienen activos por valor de 15 millones.
- .Por la misma razón están tropezando con obstáculos para crecer. El más importante es financiero.
- .Están obteniendo fondos de Colciencias para desarrollo de algunos de sus prototipos. (Esto revela tanto presencia en el mercado como conocimiento de las oportunidades disponibles a los industriales que introducen innovaciones).
- .Tienen distribuidores en varios lugares del país y están exportando parte de su producción.
- .Coinciden con otras opiniones en el sentido de que las limitaciones para importar componentes les están creando serias restricciones.

nes para operar. Hay, incluso, el factor de que algunas componentes ordenadas a los Estados Unidos llegan con sellos de "hecho en" otros países, suministradores de componentes a sus proveedores. Esto retrasa aún más las importaciones y, a veces, se presta a maniobras corruptas.

.Están modernizando y estandarizando su línea, para hacerla más diversificada, modular, mantenible y aumentar el porcentaje de integración nacional. Por ejemplo, están probando una nueva extrusión para la envolvente.

.Tienen una producción de muy buena calidad, que empieza a contar con la confianza y el apoyo de sus clientes nacionales.

.Hay mucha oportunidad para crecimiento y desarrollo de la creatividad.

22 marzo 85.

Visita a Carvajal S.A. (R. Canal, W. Camargo, H.A. Angel)

- .Son una gran empresa, originalmente de la industria editorial y, posteriormente, de productos y servicios para oficinas.
- .Como editores, hacen libros sobre todo de texto y escolares. Exportan "libros de tres dimensiones" de muy alta calidad tanto editorial como educativa.
- .También exportan "formas continuas" y, últimamente, tienen en prueba dos máquinas preparadoras automáticas de formas continuas, diseñadas y construídas por ellos mismos.
- .Con estas exportaciones, obtienen parte de las divisas que necesitan para sus importaciones.
- .Son ensambladores de calculadoras y máquinas de escribir Facit y Brother, tanto mecánicas como electrónicas.
- .Las máquinas de escribir convencionales se reciben en "kits", prácticamente "cerrados". Producen unas 7000 al año. Algunas partes claramente podrían sustituirse por producción nacional (Chassis de aluminio fundido a presión, ~~XXXXXXXXXX~~ martinetes).
- .En electrónica no hacen mucho. Ensamblan las máquinas Facit y están en el proceso de desarrollar un producto (hardware y software) para facilitar el control continuo de producción "en línea", desde estaciones en la fábrica. Esta línea podría ser interesante dado el reconocido conocimiento que esta empresa tiene de la aplicación. Podría generar para ellos toda una nueva línea de negocios.
- .Sus planes incluyen varias posibles líneas nuevas, en asociación tecnológica con varias empresas del exterior, bajo la fórmula (al menos inicialmente) de ensamble: conmutadores telefónicos privados, fotocopiadoras, citófonos y eventualmente, microcomputadoras.
- .Tienen una amplia red de comercialización de sus productos en América Latina e inclusive, algunas inversiones en otros países. Esta

- misma red podría aprovecharse para la introducción de nuevos productos o de producción con mayor contenido nacional.
- . Emplean más de 4000 personas y en 1984 sus ventas excedieron los 20,000 millones de pesos.
- . Es notoria la necesidad de algún mecanismo que estimule y permita aprovechar la capacidad creativa y la iniciativa de su personal.
- Las empresas grandes con mercados muy establecidos y tradición importadora, suelen tender a modelos de dependencia tecnológica y cuestionamiento de los desarrollos de su personal.
- . Adolfo Carvajal fue hasta hace poco presidente de la Cámara de Comercio y sostiene una "Fundación Carvajal", que podría apoyar el desarrollo de tecnologías o de nuevas empresas.
- . Les preocupa que el gobierno o Telecom se definan acerca de la política de aprovisionamiento de teléfonos y conmutadores. La indecisión mostrada hasta ahora dificulta las inversiones o las retarda.

22 marzo 85.

Visita a la Fundación para el desarrollo integral del Valle.

- .Es una asociación sin fines de lucro, que promueve el desarrollo regional. Uno de sus campos es el de Promoción Industrial. Tienen un fondo que podría aprovecharse para suministrar capital de riesgo, por acuerdo de los socios en cada caso.
- .Les interesa saber más acerca del programa de México para estimular la producción y exportación de artesanías.
- .Podrían servir mucho para canalizar información en ambos sentidos en esta región del país, así como para dar difusión a la existencia y orientación del PBC.
- .Proporcionarán lista de empresas relacionadas con electrónica en su área de influencia.
- .Podrían interesarse en organizar una "subasta" de desarrollos tecnológicos, similar a la que haremos en México.
- .(Una oportunidad interesante para el PBC a nivel global, podría ser el aprovechamiento de este tipo de instituciones tanto en la difusión como en la realización de algunos de los trabajos de cuenta que impliquen desplazamientos del personal.)
- .Proporcionarán directario de Fundaciones.

22 marzo 85.

.Visita a Compel y Sharp. (M.Londoño, F.Chávez).

- .Ambas empresas pertenecen a un consorcio "familiar" muy diversificado. Es notorio que la segunda generación ha tenido menos éxito que los fundadores.
- .Compel fabrica circuitos impresos y cinescopios para televisión (están tratando de implementar también los de computadoras, que representan variantes mínimas al de Tv blanco y negro). No producen cinescopios de color, aunque han considerado la posibilidad de "ensamblarlos", usando el diseño seccionado.
- .La planta de circuitos impresos es moderna y de alta producción. Hacen trabajos para la mayor parte de los productores significativos en el país. Están en posibilidad de tomar pedidos desde muy grandes y repetitivos hasta muy reducidos; los precios de venta por cm<sup>2</sup> no varían mucho (56 a 65 pesos).
- .Tienen en desarrollo las instalaciones para producir circuitos impresos en dos caras, que es una necesidad insistentemente señalada por varias de las empresas que se han entrevistado.
- .La producción de cinescopios utiliza como punto de partida "botella" importada. Está operando a una fracción de su capacidad, dada la reducción en la demanda de televisores blanco y negro.
- .Tienen varias operaciones paradas, por razones que ellos señalan como "dificultades con la política del gobierno". Una de ellas es la fábrica de condensadores que desmontaron en Pereira. Aparentemente, la competencia de los condensadores producidos en países del sudeste asiático hizo imposible competir rentablemente. Estarían dispuestos a reabrir. (¿convendría?).
- .La planta de Sharp es una ensambladora con baja integración nacional "real". Opera con una línea de ensamble que no parecía muy bien balanceada, pruebas no muy automatizadas y ensamble final desordenado.

.Culpan insistentemente al gobierno de no proteger suficientemente a la industria nacional.

.Acaban de recibir un estudio que encomendaron recientemente sobre la situación de la industria electrónica en Colombia (principalmente mercados). Proporcionarán una copia.

.En presencia de una política que les parezca más consistente, estarán dispuestos a invertir más en la fabricación de componentes para la industria electrónica.

.Proporcionarán lista de sus clientes de circuitos impresos, que serán sin duda una muestra significativa de los principales productos de ese sector.

22 marzo 85.

Visita a la Universidad del Valle.

- .Están en un proceso de reorientación de prioridades de la Facultad de Ingeniería a la investigación y experimentación en ciertos campos prioritarios.
- Como consecuencia de ello, están considerando grandes inversiones en laboratorios de hidráulica, potencia eléctrica y electrónica, incluyendo robótica.
- .No han logrado gran participación de los industriales de manufacturas y no han intentado buscar el respaldo de los grandes compradores (sobre todo empresas públicas) de productos y servicios.
- .Por otro lado, sus solicitudes de fondos a Colciencias han tropezado con algunos obstáculos "conceptuales" que han retrasado sus planes.
- .En electrónica, tienen varios profesores en entredamiento en otros países, principalmente en Europa. Se proponen formarlos en los avances más recientes, para asegurar un buen respaldo a la industria. Sin embargo, no tienen ideas claras sobre los proyectos o aplicaciones concretas en que esas personas trabajarían una vez que regresen. Es notorio que se necesita que la industria participe no sólo en el financiamiento sino también en la definición de los programas de investigación.
- .Es importante que reconozcan que si no tienen laboratorios muy completos no están exentos, sin embargo, de la responsabilidad de tener programas, aunque eventualmente los ensayos se tengan que realizar fuera del país. Este enfoque podría permitir replantear o re-dimensionar las inversiones que han propuesto.
- .Uno de sus profesores ha sido designado por Colciencias para elaborar el Programa Nacional de Desarrollo tecnológico en Microelectrónica; se le considera la máxima autoridad en la materia en el

país.

- .Necesitan reconocer que hace falta combinar sus posibles capacidades en electrónica con conocimientos especializados sobre aplicaciones concretas, que tendrían que aportar otras organizaciones.
- .Tienen formulada una propuesta para que los organismos compradores o productores o comercializadores de productos aporten un porcentaje de sus respectivos ~~fx~~ ingresos a un fondo para respaldar el desarrollo tecnológico en las universidades. Faltaría completar las reglas para decidir sobre las prioridades y sobre los criterios de adjudicación, para asegurar que en realidad financien desarrollos tecnológicos que repercutan en la economía.
- .Están interesados en conocer mejor las experiencias de M. Waissbluth en la UNAM.

Visita a Terwengel (26 de marzo, 1985)

- . Producen circuitos impresos y "spaguetti" de rayon para la industria electrónica, con tecnología propia.
- . La planta está muy integrada ~~horizontalmente~~ verticalmente; hacen desde la impresión, quemado y acabado de las tarjetas hasta las perforaciones, ranuras, etc., utilizando tres clases de procesos, según el volumen de los "lotes": troqueles para los lotes de producción grandes, taladro para los muy reducidos y un proceso intermedio que utiliza un pantógrafo que opera 4 taladros simultáneamente y que puede producir hasta 20 tarjetas a la vez.
- . Fabrican sus propios troqueles y cuentan para ello con equipo moderno, que incluye una máquina de electroerosión.
- . Han hecho algunas máquinas de producción por sí mismos, para superar algunos obstáculos por importaciones: una aplicadora de laca para el acabado de las tarjetas y una abrillantadora.
- . En 1984 produjeron unos 700 m<sup>2</sup> mensuales de circuitos y les representó unas ventas totales de aproximadamente 25 millones de pesos.
- . El precio aproximado de venta es de Dlls. 0.52 el cm<sup>2</sup> en promedio.
- . Tienen un archivo cuidadoso de negativos de todos los circuitos que han producido, así como un almacén físico de placas de aproximadamente los últimos mil.
- . Tienen planes para producir los circuitos de doble faz con hueco metalizado; el obstáculo hasta ahora ha sido el bajo consumo (unos 100 m<sup>2</sup> anuales).

Visita a Prodental (26 marzo, 1985)

- .Su línea de productos es la de equipamiento para consultorios dentales, principalmente sillones y su equipo auxiliar.
- .Los producen prácticamente sobre especificaciones, aunque disponen de diseños de diversas características, desde los que hacen movimientos manuales hasta los totalmente mecanizados.
- .Su proceso de producción está centrado en la minimización del costo, por lo que procura una alta integración vertical. Compran sus partes y componentes en Colombia, prácticamente en su totalidad.
- .El equipo requiere en algunos casos de circuitos electrónicos sencillos, que son de fabricación nacional. Sin embargo, el contenido de electrónica es bajo.
- .Han desarrollado también una lámpara de luz fría, con materiales nacionales, con excepción del vidrio curvo y la bombilla.

Visita a Takion (26 de marzo, 1985).

- .Producen principalmente fuentes de energía ininterrumpible, con diseños propios y alta integración vertical.
- .Han sido suministradores de esos equipos durante catorce años y consideran que tienen el mejor producto nacional en su especialidad.
- .El proceso de producción se basa en series pequeñas, pero producidas "en línea", lo que lo hace eficiente. Separan las operaciones de preparación de tarjetas y de ensamble propiamente dicho.
- .Hacen sus propios gabinetes y también subcontratan la fabricación de gabinetes para terceros; afirman tener "el único taller metal-mecánico especializado en electrónica del país"
- .Están desarrollando, con recursos de Colciencias, un proyecto para la fabricación de circuitos impresos de doble faz con huecos metalizados.
- .En cooperación con la Universidad Nacional, han creado como tesis profesional de tres estudiantes un equipo para probar 8 fuentes simultáneamente, sujetándoles a los ciclos respectivos de fluctuación de voltaje a través de un simulador. La máquina registra los resultados de todas las pruebas para cada unidad y las imprime. Ya construyeron dos prototipos; uno para utilizarlo y otro para que se quede en la Universidad.
- .En 1984 facturaron 25 millones de pesos, que fue 5 veces más que el año anterior. En este año esperan facturar el doble.

#### ALGUNAS RECOMENDACIONES RELATIVAS A LOS TERMINOS DE REFERENCIA DE LAS MONOGRAFÍAS.

El documento general de términos de referencia sobre las monografías, representa un gran esfuerzo de sistematización para ordenar la información disponible y producir reportes que faciliten la toma de decisiones.

Sin embargo, analizando a la luz de las necesidades del programa de bienes de capital, puede todavía mejorarse, lo que contribuiría a incrementar el valor de los estudios que se realicen y reducir al máximo su duración y su costo.

En el contexto del programa, la intención de las monografías no es realizar un diagnóstico profundo y detallado que asegure un conocimiento exhaustivo de las respectivas ramas industriales sino más bien servir como punto de partida para identificar y dimensionar oportunidades de inversión industrial que puedan promoverse de inmediato, para ayudar a consolidar la industria de bienes de capital en el país.

En función de esto, las monografías no necesitan ser exhaustivas ni en cuanto que cubran toda la oferta existente ni en cuanto que analicen a fondo todos los problemas que afrontan. Interesa sobre todo descubrir los huecos, los grandes obstáculos que podrían representar tropiezos significativos para la realización de los objetivos del programa.

Los cuestionarios que se proponen para las entrevistas a los industriales, son verdaderamente exhaustivos. Independientemente de que considero muy difícil obtener de los industriales entrevistados todas las respuestas solicitadas, me atrevería a cuestionar la relevancia de muchas de las preguntas. Además, por estar formuladas en forma "abierta", muchas de ellas serían difícil de interpretar después, cuando se tratara de combinar respuestas diversas de los distintos entrevistados.

Recomendaría, por lo tanto, explicitar primero con toda claridad ya no tanto los "objetivos" de las monografías como los resultados concretos por alcanzar en cada una y a partir de ello, cuestionar la contribución de cada pregunta que se proponga a la obtención de dichos resultados. Se eliminaría naturalmente aquellas preguntas orientadas sobre todo a "saber más" y se concentraría la atención en las que son necesarias para llegar a la identificación de proyectos y a su instrumentación.

La organización de la información por fracción arancelaria podría, en algunos casos, conducir a incrementar el costo de los estudios, en particular en aquellas monografías en que hubiese que considerar muchas. Si de lo que se trata es de enfocar las grandes áreas de problemática o de oportunidad y no de sustituir todas las importaciones, entonces el método debería orientarse a través de la búsqueda de criterios que permitan agrupar fracciones, según lo que tengan en común: procesos de fabricación, problemas y sus posibles soluciones, mercados, ingeniería, etc.

Esto variará de una monografía a otra, de acuerdo a su naturaleza pero también de acuerdo a la visión asumida por quienes se encargan de realizarla.

En mi opinión, los términos de referencia generales deberían concentrarse en establecer con toda claridad los objetivos perseguidos y permitir, en cambio, que cada uno pudiera ajustarse a sus propias características distintivas.

En resumen, el sentido de las monografías es: "lo que importa saber acerca de cada rama productiva" para poder maniobrar sobre ella y producir efectos que contribuyan al desarrollo de la industria de bienes de capital en el país.

COMENTARIOS AL DOCUMENTO "TERMINOS DE REFERENCIA, PROYECTO PROMOCION TECNOLOGICA".

1. El documento propone principalmente analizar la capacidad (existente e potencial) en laboratorios y organismos de investigación, al parecer dando por supuesto que tal capacidad no existe en la industria. Independientemente de que la situación real pueda ser esa, el supuesto tiene el inconveniente de que orienta el proyecto hacia la consolidación e establecimiento de organismos o laboratorios "fuera de la industria", en vez de procurar su activa participación desde el principio, en la definición de los programas y proyectos y, más adelante, en su realización y su utilización.
2. Propone como intención principal "promover la ampliación, adaptación e creación de Centros", cuando la más urgente sería, probablemente, la identificación, diseño y ejecución de proyectos específicos de desarrollo tecnológico, acordes con las circunstancias de la industria nacional, utilizando recursos de los posibles usuarios de los resultados, puestos a disposición de los industriales interesados, para aprovechar oportunidades derivadas de las propias adquisiciones de equipo que realizan las empresas del sector público, principalmente.
3. Por la misma razón, los objetivos que se proponen se orientan más a la "oferta" disponible o potencial de servicios de desarrollo tecnológico que a la creación entre los industriales de una demanda suficiente de dichos servicios, que será la única forma segura de garantizar la supervivencia de los Centros, ya que la necesidad de subsidiarlos de por vida haría muy cuestionable su existencia, sobre todo en las condiciones actuales de la economía.
4. De acuerdo con los comentarios anteriores, quizá convendría añadir

dir en la etapa de "identificación" de capacidades, las existentes en la industria, que incluirían tanto las destinadas expresamente a funciones de investigación y desarrollo como las que podrían utilizarse para tales fines aunque de momento no se haga.

5. Por lo que respecta a la obtención de información tecnológica de los centros, podría pensarse en encomendar a cada uno de los Centros encuestados el desarrollo de su propio informe, a partir de un "guión" común. Esto reduciría tanto el costo como el tiempo de ejecución y tendría la ventaja adicional de que mejoraría las posibilidades de colaboración futura en el programa de promoción que se derivaría.

6. En cuanto a la identificación de necesidades de dotación de física, tecnológica y de recursos humanos, creo que difícilmente podría hacerse sin referirla a un cierto programa de proyectos a realizar. De otro modo, ¿cómo saber si la capacidad nacional es suficiente, si se duplican instalaciones innecesariamente, si los equipos o el personal existentes en cada centro bastan o de qué magnitud es el déficit?

Además, habría que disponer de algunos criterios objetivos, aplicables indistintamente a todos los casos, para evaluar las capacidades existentes y perfilar las faltantes. A reserva de profundizar más en esto, yo sugeriría proponer y ensayar parámetros que permitan juzgar la pertinencia, eficacia, eficiencia y autonomía tecnológica de cada unidad evaluada.

7. Los proyectos o estudios de creación existentes deberían sujetarse a una evaluación rigurosa de sus "mercados", entendidos en el sentido de organismos, empresas o personas con fondos en la mano y dispuestos a invertirlos en los desarrollos tecnológicos concretos que se incluyan en los programas. Por lo tanto estaría "obligado" buscar la participación de los industriales, desde el

principio", en el diseño de los programas y en el establecimiento de los Centros, si es el caso.

8. En la perspectiva de las anteriores observaciones, las recomendaciones preliminares tendrían que orientarse más bien a la formulación de un programa que lograse cambios específicos en el sistema de ciencia y tecnología, que al establecimiento o no de los centros, que sería una de las posibles fórmulas de implantación, pero no la única.

En tal caso, la participación de los especialistas internacionales podría ser mucho más útil en la evaluación tecnológica de la industria existente y la formulación del programa, que en la simple opinión sobre proyectos para establecer centros.

La fórmula obvia de financiación a la que habría que aspirar en el futuro sería, por supuesto, la compra de servicios por los industriales; la financiación inicial podría distribuir los costos del Programa (no de la existencia de los Centros) entre los diversos organismos interesados, de acuerdo con lo que se necesitara en cada caso.

9. Los programas podrían integrarse al rededor de los grandes campos tecnológicos de aplicación que interesan al programa de Bienes de Capital en su conjunto, incorporando tanto la visión de los usuarios finales de los productos y equipos, como las de los fabricantes de los productos finales, las de sus proveedores de partes y componentes, las de las firmas de ingeniería y las de los institutos de educación superior y de investigación. Se haría este a través de grupos mixtos de planificación, que más adelante quedarían comprometidos en la realización.

COMENTARIOS A LOS "TERMINOS DE REFERENCIA DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA EN PROCESOS DE PRODUCCION".

1. Creo que la visión de los objetivos debería ser más amplia: no limitada a la "identificación de problemas tecnológicos". Quizá debería ser en realidad un inventario y evaluación de la capacidad instalada, sobre todo en "procesos críticos", orientada a saber "Qué hay y dónde está".  
La perspectiva que interesa es, a mi modo de ver, la del sistema productivo en su conjunto y no el levantamiento exhaustivo de un inventario detallado de capacidades de los establecimientos industriales.
2. La metodología propuesta, aunque rigurosa si se tratara de cuantificar todas las capacidades disponibles, puede resultar demasiado costosa y "sobrada" para los fines que se perseguirían en el PBC. Por ejemplo, la desagregación al detalle de los productos prioritarios en sus componentes y éstos en sus procesos, para hacer estudios de capacidad, es innecesaria si lo que se pretende es establecer "cualitativamente" si el producto sería fabricable en el país y en qué medida (no se tiene que tener 100% de integración siempre). Sería más rápido y económico (y suficiente para los fines del PBC) definir desde el principio los procesos "críticos" y sus límites en Colombia en términos de volumen, dimensiones, diferenciación tecnológica, precisión, integración organizacional, etc, y analizar con una perspectiva "global" las posibles necesidades de esos procesos en cada uno de los productos considerados. Esta comparación indicaría, por diferencia, dónde es necesario reforzar la capacidad o simplemente "subcontratar procesos" en otros países.
3. Si la observación anterior fuese aceptable, los estudios al detalle no se referirían a las empresas como tales sino más bien a la capacidad disponible nacionalmente en relación con cada proceso crítico. Aquí sí cabría un análisis cuantitativo.
4. De esta manera, la técnica de análisis no sería "muestreo de empresas", sino levantamiento directo de datos sobre los procesos críticos (muy pocos) en todas las empresas que los tengan. Además, esto revelaría los procesos "totalmente ausentes" en el sistema. Las capacidades faltantes así descubiertas, podrían originar fácilmente "perfiles de inversión" dimensionados, que pudieran interesar a inversionistas actuales o potenciales.
5. El enfoque que propongo tendría la ventaja adicional de facilitar en el futuro el análisis de nuevos productos que se piensen fabricar, simplemente "refiriéndolos" al mismo marco de procesos críticos.  
Se entendería por procesos críticos aquellos que pudieran significar un obstáculo o limitación considerables para la integración de los productos en el país.

2.

En algunos casos, los procesos podrían a su vez desagregarse en rangos, distinguiendo los críticos de los que no lo fueran.

El criterio para desagregarlos podría ser dimensional o de capacidad o precisión.

El concepto de procesos críticos, a su vez, serviría para planear "redundancias" en el sistema, cuando sea deseable o estratégico.

6. En general, la propuesta no hace mención de los indicadores o coeficientes que se recomendarían para evaluar la capacidad. Puesto que elige como método de trabajo la encuesta directa, habría que establecer de antemano la manera en que se piensa interpretar la información que se obtenga. Las "preguntas" sugeridas son casi todas "abiertas", lo que dificultará posteriormente su interpretación.

Aunque muchos de los conceptos de los cuestionarios son útiles (o otros no lo son tanto), es difícil aprovecharlos si no se define previamente "qué medirles", para poder después agrupar las respuestas.

7. Creo que lo que haría falta sería formular claramente lo que se necesita obtener del estudio de capacidad, (no es un estudio académico sino orientado a un fin utilitario concreto) y cuestionar tanto el método como las preguntas una a una en cuanto a su contribución real para lograrlo.
8. Por último, si el método elegido finalmente fuera el de visitas y entrevistas, es necesario tener presente que un cuestionario exhaustivo que parezca demasiado "inquisitivo" puede suscitar desconfianzas y resistencias a contestar. El cuestionario de encuesta tendría que ser reducido y "directo", por lo que debe minimizarse el número de preguntas y revisarse su orientación desde "los zapatos" del encuestado.

COMENTARIOS A LOS LISTADOS DE DEMANDA APARENTE DE BIENES DE CAPITAL ELECTRONICOS.

Los listados proporcionados por PRO-EXPO tienen la enorme ventaja de contener datos históricos de 11 años, lo que permite visualizar tendencias y no sólo volumen en un momento determinado en el tiempo.

No puedo juzgar la confiabilidad de los datos, pero si sugeriría que este elemento puede ser decisivo en la utilidad que tengan para el programa.

Vale la pena cuestionar la confiabilidad y en todo caso, asignarle una cierta calificación entre 0 y 100, que pondría la utilidad de esta información en su justa dimensión.

Los datos se asientan utilizando agrupaciones de fracciones arancelarias, de acuerdo con una estrategia definida previamente. A riesgo de equivocarme, quisiera hacer algunas observaciones relativas al contenido, sólo con el ánimo de ayudar a que sea más útil:

- Los listados presentan únicamente aquellos productos o componentes electrónicos que se importan o compran directamente como tales, lo que hace que el renglón de controles o instrumentos se vea relativamente bajo, ya que la mayor parte de la electrónica de potencia y de control no se compra aisladamente, sino integrada en los equipos y sistemas a los cuales sirve.
- Para neutralizar esta deficiencia, sería necesario analizar, conjuntamente con los usuarios respectivos, los contenidos de electrónica que hay en aplicaciones tales como la tracción eléctrica, la generación y distribución de electricidad, la producción de papel, los molinos de laminación, la maquinaria textil y de artes gráficas, los controles numéricos para máquinas herramientas, las máquinas transfer, centros de maquinado y en general, los sistemas y líneas de producción de propósito especial.

La información contenida en los listados puede proporcionar elementos interesantes de interpretar a través de "relaciones". Yo desarrollé 4 que considero útiles para poder jerarquizar la importancia relativa de los diferentes productos: la relación entre la demanda máxima y la mínima en el período de 11 años, la relación entre la demanda del último año y la demanda del primero, la relación entre la demanda del último año y el promedio del período y el porcentaje representado por cada línea, del total de la demanda en electrónica en el último año analizado.

En otra parte del informe se presentan los resultados de este análisis, que condujeron a hacer una propuesta "preliminar" de jerarquización de las posibles prioridades.

Para complementar la información contenida en estos listados, sería necesario incorporar otros datos relativos al contenido de partes y componentes: importadas, el costo de la transferencia de tecnología y el valor industrial agregado en cada caso.

Una ausencia obvia es el renglón de software. Entendiendo que es difícil y que no se tienen registros, hago notar sin embargo, la importancia de que se aplique al menos algún criterio o algún multiplicador que permita evaluar la demanda aparente de software, que será sin duda uno de los campos de mayor crecimiento futuro.

Por último, quisiera hacer notar que en electrónica es casi tan importante el análisis de los productos existentes en la actualidad como la estimación de la demanda futura de productos que hoy no existen.

Una estrategia de desarrollo del sector electrónico, debería contemplar este elemento. Una manera de hacerlo sería quizá distinguir entre la lista de productos que se compraban en 1972 y la misma lista para 1982. Esto daría un indicio del volumen de demanda de 1982 referente a productos que en 1972 no existían en el mercado.

RECOMENDACIONES RELATIVAS A LA DELIMITACION DEL CAMPO DE ESTUDIO DE LAS  
MONOGRAFÍAS SOBRE ELECTRONICA

---

En la propuesta original, se sugería desarrollar 3 monografías sobre electrónica: telecomunicaciones, computadoras, instrumentación y control.

Aunque el trabajo de delimitación podría reducirse a la mera identificación de fracciones arancelarias que quedarían comprendidas en cada uno de los 3 campos, me ha parecido útil recomendar una visión diferente, a partir de una mayor profundización.

Me parece que la electrónica, en especial, es un campo que necesita explorarse integralmente, no sólo porque sus diversos productos utilizan componentes comunes sino también por su dimensión "transversal", que cruza múltiples campos de aplicación.

Igualmente, dada la gran velocidad de cambio tecnológico en electrónica, puede ser tan significativo el conjunto de los nuevos productos que habrán de aparecer en el futuro como el de los productos que se compran actualmente. Por lo tanto, vale la pena estudiar la electrónica con una visión prospectiva y global.

De acuerdo con ella, durante mi reciente estancia en Bogotá formulé una nota titulada "Elementos del Sistema de la Industria Electrónica". Sugiero que en la delimitación de la cobertura de las monografías se tomen en cuenta los elementos que en ella se mencionan: fabricantes de equipos electrónicos finales, fabricantes de equipos electrónicos que intervienen en la fabricación de otros equipos más complejos, diseñadores y fabricantes de sistemas y máquinas, usuarios de equipos intensivos en electrónica, universidades y centros de investigación en instituciones educativas o en la industria, fabricantes de partes y componentes, suministradoras de tecnología, empresas transnacionales con operaciones en Colombia, empresas del exterior que venden sus productos a Colombia, organismos públicos, asociaciones profesionales y gremiales, grandes centros de avance tecnológico en el exterior, etc.

Por lo que se refiere a productos, he sugerido un conjunto de tablas, sacadas del estudio de NAFINSA-ONUDI iniciado en 1970 por el Gobierno Mexicano, como una primera aproximación para la selección. Habría que eliminar los renglones no aplicables y quizá añadir algunos que pudieran ser de interés para el desarrollo de Colombia.

Por lo que se refiere al enfoque del estudio, creo que debería ser integral, tomando en cuenta que la electrónica es una tecnología que tiene multitud de aplicaciones en diversos campos. Si interesa orientar la industria nacional a la fabricación de los productos que se usarán en el futuro, entonces importará orientar en el mismo sentido la investigación, lo que hará necesario definir conjuntamente con los usuarios en los diversos campos de aplicación, cuales estiman que serán sus principales necesidades y los principales problemas en cuya solución podría participar la industria electrónica.

Es indispensable hacer una evaluación de las disponibilidades y capacidades

que pueden ser pertinentes para el desarrollo de esta industria. Van desde la educación y la capacitación hasta producción de sistemas complejos, con ingeniería nacional. Cubren múltiples variantes: fabricación de componentes, desarrollo de innovaciones, construcción de prototipos, desarrollo de programas de investigación, asimilación de tecnologías disponibles en otras partes, etc.

En electrónica, la capacidad de la industria no sólo se mide en la industria, sino en las relaciones de esta con otros muchos organismos: los usuarios, las firmas de ingeniería, las universidades, los institutos de investigación.

Otra cuestión importante es la relativa a las familias de productos y servicios que integran al campo de la electrónica. Se reconocen al menos 5 niveles principales: materiales y componentes, aparatos producidos para fabricantes de equipo original, aparatos de aplicación directa final, sistemas orientados a funciones específicas y software. Habría que analizar la capacidad disponible en el sistema, para cada una de estas 5 familias de productos y servicios.

Un último comentario: la delimitación que se haga del campo de estudio en este caso debería ser flexible y abierta a posibles modificaciones si, sobre la marcha, se identificaran aspectos que no hubieran quedado bien cubiertos.

IDEAS PARA EL ANALISIS DE LA INDUSTRIA ELECTRONICA EN COLOMBIA,  
CON ENFASIS EN BIENES DE CAPITAL.

- . Explorar la existencia de talleres de servicio y reparación de equipo electrónico especializado, tanto en la industria como "por su cuenta".
- . Estudiar informes de la economía colombiana, para definir campos industriales intensivos en el uso de la electrónica profesional. En ellos y en los sectores de generación de energía eléctrica, petróleo, petroquímica, química, minería, principalmente, explorar cómo se selecciona equipo y cómo se le da mantenimiento.
- . Categorizar las "existencias" de ingenieros y técnicos en electrónica disponibles en el país, para cuantificar los recursos humanos de primer nivel que podrían participar en un programa de mejoramiento técnico del sector, incluyendo innovación tecnológica.
- . Analizar en general las capacidades de diseño en varios sectores incluyendo algunos distintos del electrónico.
- . Estudiar las características de la educación de los ingenieros electrónicos, en cuanto a orientación a la creatividad y la experimentación. Analizar también los contenidos de otras carreras que deberían incorporar algo de electrónica, dado el avance actual.

## Elementos del "Sistema de la Industria Electrónica".

La electrónica puede verse de varias maneras: como una industria especializada, productora de "aparatos electrónicos" o como una tecnología "transversal", que atraviesa horizontalmente la totalidad de la industria y múltiples aplicaciones finales.

El asumir una visión u otra, afecta significativamente la planificación y sus efectos sobre la economía y la sociedad.

Vista como industria especializada, habría que definir sus productos y mercados como en otros sectores, a partir principalmente de proyecciones de las tendencias actuales.

En cambio, si se ve como una tecnología con grandes posibilidades de participación en diversas aplicaciones, el análisis tiene necesariamente que ser prospectivo, ya que no se trata únicamente de "qué productos hay", sino de los que podrían generarse, de acuerdo con las necesidades.

Una segunda consideración se refiere a la estrategia que se asuma respecto al desarrollo de la electrónica en un país. Puede moverse entre dos extremos claramente definidos: seguimiento de los progresos tecnológicos realizados en otros países o participación activa en el desarrollo de la tecnología.

Una actitud seguidora en un campo en el que los avances tecnológicos se suceden unos a otros tan velozmente, aseguraría casi irremisiblemente el retraso continuo y la dependencia. La brecha tecnológica se mantendría o aumentaría.

Una estrategia de participación supone, necesariamente, reconocer la naturaleza internacional del fenómeno de la electrónica y asumir una perspectiva y un plan que aseguren una participación adecuada y debidamente reconocida.

Con esta óptica, el sistema que nos interesa, que es el de la electrónica en relación con el problema de bienes de capital, estaría integrado por los siguientes elementos principales;

- . Los fabricantes de equipos electrónicos especializados ("electrónica profesional") para usuarios finales: equipo médico, computadores, centrales telefónicas.
- .. Los fabricantes de equipos electrónicos especializados incorporados en la fabricación de otros equipos más complejos: instrumentos, controles, etc.
- . Los productores de sistemas complejos de control, supervisión, manejo de información, automatización.
- . Los productores de maquinaria y equipo con controles numéricos o en general, en los que la electrónica juega un papel significativo en el desempeño de la función principal.
- .. Los grandes usuarios de equipos intensivos en electrónica o en los que la electrónica juega un papel importante: servicio público de energía eléctrica, tracción eléctrica, telecomunicaciones, siderurgia, refinación de metales, salud pública.
- . Los centros de investigación y desarrollo de las universidades e instituciones de educación superior, en cuanto contribuyen al avance de los conocimientos básicos y al desarrollo de aplicaciones pertinentes a la industria.
- . Los grupos de investigación y desarrollo tecnológicos en la industria o en institutos <sup>especializados</sup> ~~privados~~ de desarrollo tecnológico, públicos o privados.
- . Los fabricantes de partes y componentes utilizados en la producción de ~~partes~~ aparatos electrónicos, tanto los existentes en el país como los suministradores tradicionales desde el exterior.
- . Los suministradores de tecnología a la industria electrónica, ya sea a través de contratos de asistencia técnica, pago de regalías, venta de diseños o el simple suministro de las componentes con una cierta tecnología "obligada".

. Las empresas transnacionales con operaciones de manufactura en el país, sea por sí mismas o en asociación con productores locales.

- <sup>xix</sup>. Las empresas del exterior que venden sistemáticamente sus productos en el país, en cuanto que están contribuyendo a configurar tanto el mercado como la tecnología vigente.
- . Los organismos públicos que regulan o influyen directamente sobre el desarrollo de la industria o de sus principales transacciones: compras del sector público, importaciones, exportaciones, inversión extranjera, transferencia de tecnología.
- . Las asociaciones profesionales y gremiales relacionadas directamente con la especialidad: ACOPI, Fedemetal, Asociaciones locales de industriales, IIEE, etc.
- . Los grandes centros de innovación y avance tecnológico en el exterior, en cuanto condicionan la orientación y el ritmo de los avances transferidos a países menos desarrollados.

Una adecuada planificación del sector, tendría que tomar en cuenta todos estos elementos.

Por lo tanto, la monografía correspondiente debería trazarse a partir de ellos.

## NOTAS PARA EL INFORME FINAL.

- .Es preciso abordar el problema con una visión de conjunto: la capacidad nacional integral, tomando en cuenta los diversos elementos y su crecimiento armónico.
- .El enfoque de sustitución de importaciones puede ser insuficiente, tanto por la naturaleza de los productos y las oportunidades de desarrollos tecnológicos originales como por las características "mundiales" del mercado.  
Una empresa colombiana podría no sólo estar interesada en sustituir algo que ya se importa, sino también en vender un producto suyo en el exterior (conocido o no) o en desarrollar productos orientados a necesidades o circunstancias "muy propias".
- .Es importante tener identificadas claramente las capacidades existentes, tanto actuales como potenciales, en los aspectos de producción, diseño, investigación y desarrollo, comercialización, financiamiento y comercio exterior.
- .La identificación de oportunidades puede partir de distintos puntos de vista; sustitución de importaciones, oportunidades de exportación, proyección de demandas (por aplicaciones o por proyectos previstos), introducción de innovaciones originales, asociaciones nacionales o internacionales, transferencia de operaciones existentes en otros países, desarrollo de proveedores locales, cooperación industrial internacional, etc.
- .También es importante categorizar las empresas existentes, tomando en cuenta diversos criterios significativos: ventas anuales, situación financiera, mercados atendidos, productos de la línea ofrecidos, integración vertical/horizontal, origen de sus diseños, precios por unidad de servicio, peso, volumen, etc.; vida útil de los productos, aceptación en el mercado, nivel de servicio a clientes, fu

turo tecnológico, flexibilidad para cambiar de línea, susceptibilidad a cambios tecnológicos o de mercado, posibilidades de agrupación "horizontal" de capacidades, etc.

.Todo esto supone una cierta definición previa de la estrategia de desarrollo que se asumirá en electrónica, para garantizar una cierta autonomía relativa de decisiones en el mediano y largo plazo. Debería ser asumida conjuntamente por los grandes usuarios de productos electrónicos especializados, los responsables de las políticas industrial, tecnológica y de comercio exterior, así como el ministerio de Desarrollo, en cuanto a que la electrónica condicionará en el futuro el "estilo de desarrollo".

.Algunas líneas que ya existen, podrían servir para identificar y aprovechar oportunidades más o menos inmediatas: los programas de ensamble de telecomunicaciones ~~para~~ pueden dar origen a programas sistemáticos de desarrollo de proveedores, algunos prototipos existentes en universidades pueden ofrecerse en condiciones ventajosas a la industria, proyectos en marcha en la industria pueden asumirse para apoyarles hasta que tengan éxito, necesidades previsibles en organismos del sector público pueden generar empresas o productos nuevos, a partir de su poder de compra, etc.

.Un análisis sistemático del campo, fraccionándolo según aplicaciones, generaría posibles proyectos tanto de producción de ciertos productos concretos, como de fabricación de componentes, diseño de sistemas, reforzamiento de capacidades de ingeniería o programas de investigación y desarrollo.

Podrían realizarse a partir de grupos especializados, con participación de todos los sectores y organismos responsables de los distintos aspectos; generaría una primera "cartera de proyectos", que podría aprovecharse de varias maneras, desde la simple búsqueda

- da de inversionistas interesados en realizarlos, hasta la instrumentación de "programas de fomento" orientados a proyectos y programas prioritarios.
- .Una monografía para este campo, no puede restringirse al señalamiento de las listas de productos existentes actualmente, sino también a su esperanza de vida, sus posibles sustitutos, los posibles nuevos productos o nuevas orientaciones, sus niveles estimados (volumenes) de equilibrio económico, sus significados en términos de división internacional del trabajo, contribución al valor agregado y ventajas comparativas.
  - .Ayudaría mucho que el "conjunto" de los proyectos que se identifiquen como prioritarios (de ser posible por consenso de los responsables) se asuman como "proyecto nacional", con apoyo decisivo de todos, incluyendo recursos necesarios para financiarlos. Deberían proceder tanto de organismos públicos como de fuentes privadas. Sólo así se garantizaría la realización del programa.
  - .Si ciertos proyectos se identifican como estratégicos, en el contexto de la estrategia nacional global, deberían realizarse a toda costa y superar los obstáculos o absorber los costos que implican; de otra manera, el logro de los fines estratégicos quedaría condicionado a que "sea económico" o "no sea tan difícil". Más bien habría que buscar "cómo hacerlos" más interesantes o factibles.
  - .Puede convenir promover agresivamente la presencia (selectiva y planeada) de empresas del exterior que aporten uno o varios de los factores esenciales: capital, tecnología y mercados. Esto sólo puede visualizarse si se asume la perspectiva "sistémica" propuesta. En esto, la clave es que sean el gobierno y/o las empresas colombianas los que asuman la iniciativa, de modo que puedan imponer las condiciones.

La monografía debería orientarse de tal manera que permitiera identificar este tipo de oportunidades, con una visión "mundial".

.En una primera aproximación, las oportunidades asociadas a la sustitución de importaciones que se derivan de los datos disponibles sobre demanda aparente, pueden analizarse a través de tres parámetros: volumen, crecimiento y permanencia (no-fluctuaciones).

.Habría que formular en "frases" la estrategia asumida en cada caso y de allí, especificar las medidas de política con las que se respaldaría y las autoridades e grupos responsables de ejecutarlas. Por ejemplo, en centrales telefónicas podría optarse por "tener solamente dos ensambladoras, con cuotas asignadas, comprometidas a incrementar cada año la integración nacional según un programa y a desarrollar tecnológicamente a sus proveedores, admitiendo la posibilidad de un tercero, siempre que su estructura de capital fuese con mayoría nacional, que iría absorbiendo mercado hasta llegar a su propia "cuota"...."

Varias autoridades y grupos tendrían que tomar acciones coordinadas para conseguir esto.

.Aunque hay aspectos especializados de cada campo, la monografía de electrónica tendría que tener algunos aspectos comunes, inseparables en tres: circuitos impresos, componentes, ingeniería, diseño, etc. <sup>entre sí</sup>

RECOMENDACIONES RELATIVAS A ALGUNOS POSIBLES PROYECTOS, EN RELACION CON LA INDUSTRIA ELECTRONICA EN COLOMBIA

---

A continuación se enuncian y describen algunas oportunidades identificadas durante mi visita. Se integran 3 grupos principales: las que se refieren a la producción de algunos productos, las que proponen crear algunos mecanismos de infraestructura y las referentes a acciones programáticas que podrían ser necesarias.

El enunciarlas desde ahora haría posible quizá abordar alguna de ellas desde el principio del proyecto, lo que daría algunas ventajas durante su desarrollo.

- Fabricación de motores de tracción y choppers

A partir de capacidades que ya existen en el país, desarrollar la producción de dhoppers. Es muy probable que se necesite respaldo tecnológico de alguna empresa del exterior, ya que el diseño de choppers está estrechamente asociado a las condiciones de aplicación.

La oportunidad podría ser el suministro al Metro de Medellín, que según parece está a cargo de SIEMENS. Podría pensarse en desarrollar un prototipo con apoyo económico de COLCIENCIAS, si fuera necesario.

- Fabricación de tablillas, terminales, conectores, etc.

Se importan en la actualidad tanto en la forma de piezas sueltas como integradas en kits. Pueden ser muy variadas, pero se podría buscar alguna estandarización conveniente. En Colombia existen todos los procesos de fabricación que se necesitan para producir la mayor parte de estos elementos.

- Fabricación de interruptores térmicos, contactores, switches múltiples. (tipo "W")

Al parecer, estas componenetes no se fabrican en el país. Conviene evaluar el mercado y promover su fabricación.

- Fabricación de Teléfonos-Monedero

TELECOM tiene pensado adquirir 18 mil unidades en 1985. Pueden fabricarse en el país. Inclusive, TECNELEC de Cali ha desarrollado un producto equivalente; en caso de requerir algunas adaptaciones, podría financiarse el proyecto a través de COLCIENCIAS.

- Fabricación de Condensadores

El equipo que operaba en la planta que se cerró en Pereira está disponible y en posibilidad de operarse. Habría que estudiar la viabilidad de esta fabricación con ese equipo en las condiciones actuales y los apoyos que necesitaría.

- Software para oficina.

Carbajal, S. A. tiene pensado introducirse en el mercado de software, como parte de su estrategia de atención integral a las necesidades de las oficinas. Ya tiene un primer producto en prueba. Convendría estimular esta y otras iniciativas, que permitirían consolidar capacidades muy importantes para el país.

- Transformadores para Rectificador.

El equipamiento del Metro de Medellín necesitará suficientes rectificadores. Pueden fabricarse los transformadores en las instalaciones que tiene SIEMENS en Bogotá, aunque dichos transformadores no figuren por el momento en su lista de productos disponibles. Se trata simplemente de transformadores para aplicación especial.

- Recuperación de las Instalaciones de AEG en Bogotá.

La empresa Alemana AEG fabricaba en Bogotá motores, tableros y centros de control. Sus instalaciones están cerradas y podría ser de utilidad recuperarlas y ponerlas en operación. Sugeriría investigar a profundidad en qué consisten y cómo podrían aprovecharse.

- Fabricación de Transformadores de Corriente.

Los transformadores de corriente de los tableros SIEMENS son importados de Alemania. No se si haya fabricantes existentes en el país actualmente, pero se trata de un producto sencillo que se podría integrar de inmediato. Habría que continuar importando la lámina de acero magnético, pero los otros materiales se podrían adquirir en el país.

- Integración de Centrales Telefónicas Privadas.

El Gobierno de Colombia está a punto de resolver a algunos fabricantes autorización para producir centrales de mano. Hay un prototipo que se está desarrollando en la Universidad Distrital y más de 10 proposiciones de empresas de otros países, interesadas en ensamblarlos.

Es una gran oportunidad para establecer reglas que garanticen una integración creciente. Por fortuna, hay empresas pequeñas y medianas en otros países que tienen productos de esta línea, lo que haría posible pensar en una o dos asociaciones en tecnología y capital, con participación mayoritaria Colombiana y programas de compromisos de incremento en la integración, balance de divisas, cuotas de producción, etc.

- Financiamiento a Pequeños y Medianos Industriales en Electrónica.

Es muy importante estudiar los problemas de financiamiento que afrontan estas empresas, en particular las que general innovaciones tecnológicas propias. Quizá convendría establecer un fondo específico, altamente flexible, a disposición de pequeños y medianos industriales electrónicos, que suministre recursos tanto para capital de trabajo como para capital de riesgo, financiamiento de ventas, equipamiento, etc.

- Almacén Fiscal de Partes y Componentes.

En electrónica, la disponibilidad de partes y componentes es crítica no sólo para la producción sino también para el diseño. En ausencia de una respuesta adecuada con producción nacional, lo que más convendría es facilitar a los productores la adquisición de componentes.

Una forma de hacerlo, podría ser la creación de un Almacén "in bond", al que se pueda acudir a comprar y en el que se pagarían los impuestos de importación al momento de comprar. Bien organizado, podría hacerse que los inventarios fuesen propiedad de los concesionarios o los distribuidores y sólo gravitaran sobre las finanzas de los productores cuando éstos adquirieran las componentes.

- Metro de Medellín.

Una buena desagregación tecnológica del paquete del Metro de Medellín podría descubrir múltiples oportunidades. Tienen que hacerse no sólo a partir de la visión de lo que ya se produce en el país, sino de lo que podría producirse aprovechando capacidades existentes, aunque su actual orientación no sea precisamente a la fabricación de los productos identificados.

Este es un trabajo técnico especializado que puede, sin embargo, rendir fondos muy superiores a su posible costo.

- Reparación y Mantenimiento de Equipo de Trabajo.

Los motores de trabajo del Metro plantean grandes exigencias de mantenimiento. Suelen satisfacerse incrementando los inventarios de motores importados, de modo que en un ciclo normal haya tiempo de sustituirlos por unidades nuevas y enviar las unidades sustituidas al país de origen para reparación.

Es importante que, para cuando empiece a operar el Metro de Medellín, exista ya capacidad nacional para hacer esta clase de reparaciones, con la doble ventaja de reducir las necesidades de inventario de respaldo y también los costos y el consumo de divisas.

- Programas Indicativos por Campos de Aplicación.

En campos tecnológicos como el de generación y transmisión eléctrica, el de tracción eléctrica o el de sistemas de control de velocidad variable, se aplican intensivamente equipos electrónicos. Conviene explorar, conjuntamente con los usuarios, sus necesidades futuras, cualitativa y cuantitativamente. Esto permitiría identificar iniciativas de inversión concretas.

- Programas en las Universidades.

Es importante orientar los grupos de investigación en las universidades al desarrollo de prototipos electrónicos en campos de aplicación concretos.

Por otra parte, deben hacerse esfuerzos explícitos para respaldar la introducción comercial de las innovaciones que estos grupos desarrollen. Una forma de hacerlo sería la utilización del poder de compra de las empresas públicas: estas especificarían la adquisición, como parte de sus paquetes, de los productos desarrollados en universidades Colombianas que satisfagan adecuadamente sus requerimientos.

El financiamiento de los prototipos podría respaldarse a través de COLCIENCIAS.

- Programa de Fomento a la Industria Electrónica.

En otros países, se ha desarrollado el mecanismo de estímulo al desarrollo industrial conocido como "Programa de Fomento". Consiste en la utilización ccordinada de múltiples apoyos e instrumentos de política que están al alcance del Gobierno Federal, para respaldar iniciativas concretas identificadas como prioritarias.

Las empresas que deseen sumarse al programa de fomento contraen, a cambio de las ventajas obtenidas, compromisos específicos de calidad, volumen, integración nacional, exportación, desarrollo tecnológico, etc.

- Programas de Desarrollo de Proveedores.

En grandes proyectos del Gobierno, que implican la adquisición de volúmenes significativos de ciertos productos, puede plantearse a los participantes en las licitaciones la exigencia de alcanzar un nivel mínimo de integración nacional, creciente de una licitación a otra realizando, para ello, programas de desarrollo de proveedores nacionales.

Esta medida puede reforzarse con estímulos fiscales al desarrollo de proveedores, que se canalicen a estos últimos a través de las entidades compradoras.

- Programa de Investigación en Electrónica.

Como ya lo sugieren algunos documentos disponibles, podría pensarse en establecer un programa indicativo de investigación en electrónica a nivel nacional, concertado con las principales empresas y universidades. Si pudiera además proporcionársele fondos, se tendría la ventaja de que los proyectos que a través de este mecanismo se fueran identificando, podrían financiarse directamente, lo que contribuiría a desarrollar un mercado de demanda por servicios tecnológicos.

## TERMINOS DE REFERENCIA PARA MONOGRAFIAS SOBRE ELECTRONICA PROFESIONAL.

85.4.22

El documento "Metodología general, monografías oferta-demanda: términos de referencia" de febrero de 1985, propone como objeto principal de las monografías "investigar la magnitud del mercado existentes y probable para las posiciones arancelarias establecidas", "investigar los problemas técnicos, del mercado, gerenciales e institucionales que enfrentan los empresarios".

Propone como guía de trabajo identificar las líneas y productos de cada rama industrial, sus principales productores y usuarios, analizar la demanda a través de los datos existentes y la oferta disponible a través de entrevistas con los fabricantes y los distribuidores, para desembocar en la identificación y análisis económico preliminar de oportunidades concretas de producción en el país.

Para el caso de electrónica profesional, se propone desarrollar tres monografías: equipos de comunicación y aparatos profesionales de radio y televisión, componentes y materiales electrónicos, equipos para cálculo y tratamiento de la información. Esta delimitación se base en agrupaciones de posiciones arancelarias existentes, alrededor de las cuales se dispone de datos de varios años.

Los análisis tabulados de demanda aparente disponibles en PRO-EXPO, por otra parte, desagregan el campo de la electrónica profesional en seis ramas principales, las que a su vez subdividen como se muestra en la Tabla 1.

Ambas agrupaciones, sin embargo, tienen la característica de estar basadas en las importaciones "explícitas" de equipos y material electrónico y no en las demandas existentes, sobre todo para la producción de bienes de capital específicos para ciertas aplicaciones concretas. Por ejemplo, no se incluyen productos intensivos en electrónica como sistemas de control para tracción eléctrica, controles de velocidad variable para aplicaciones tales como trenes de laminación o máquinas de producción de papel, equipos y sistemas de control supervisorio para plantas termoeléctricas, etc.

Los ejemplos anteriores ilustrativos de una de las características distintivas de la industria electrónica, que es su "horizontalidad", que atraviesa transversalmente a un gran número de ramas industriales y de servicios públicos, generando productos específicos de acuerdo con las necesidades de la aplicación de que se trate.

Esta y otras características, hacen pensar en la necesidad de ajustar los términos de referencia "generales" pensados como base de todas las monografías, para el caso específico de la industria electrónica.

En electrónica, la identificación de las líneas y los productos que se estudiarán no puede restringirse a los existentes en un momento determinado o a los adquiridos aisladamente; debe cubrir además los productos que podrían

generarse en el futuro y los que se compran como parte de productos o sistemas más grandes, que ahora se tratarían de integrar en el país, como parte del programa de Bienes de Capital. La tabla 2 sugiere, en una primera aproximación, un marco de referencia para agrupar los productos que configurarían el universo de análisis. Las tablas 3,4,5,6 7 y 8 muestran la desagregación asumida en el Programa de Bienes de Capital de México para cada uno de los renglones de: equipo de telecomunicación, instrumentos de medición y prueba, instrumentos para control de procesos, computadoras y calculadoras, equipo biomédico, componentes electrónicos y partes, respectivamente.

Estas tablas pueden servir como criterio ordenador y ajustarse a ampliarse de acuerdo a las necesidades que se detecten sobre la marcha.

En cuanto a los principales productores, es importante señalar al menos dos obstáculos encontrados: uno asociado a la naturaleza misma de la industria electrónica y otro específico de las fuentes de información identificadas hasta ahora.

El primero consiste en que la fabricación de productos electrónicos utiliza procesos "universales", que son independientemente de la aplicación a la que se destinen los circuitos, lo que hace muy difícil asociar a ciertos fabricantes con ciertos "productos", a menos que hayan elegido claramente una o varias líneas específicas (lo que no los descalificaría, sin embargo, de la posibilidad de abordar alguna otra en el futuro).

El segundo se refiere a la identificación de los productores mismos: aunque existen algunas asociaciones gremiales, ha sido muy difícil ubicar alguna que pudiera proporcionar listados confiables (así fueran atrasados) de los fabricantes existentes. En visitas realizadas a varios productores, se indagó sobre la existencia de listas de fabricantes y se obtuvo el ofrecimiento de proporcionar copias para uso del PBC. Interesarían especialmente las ofrecidas por dos fabricantes de circuitos impresos (Terwenel y Compel) y la desarrollada por J. Vicente García, disponible en la Universidad Distrital.

La información disponible referente a la demanda aparente de 1972 a 1982, aunque adolece de las deficiencias ya mencionadas, permite en una primera aproximación jerarquizar las líneas de productos para fines de análisis más profundo. La tabla 9 muestra los valores de cuatro indicadores utilizados para buscar las más significativas: la relación entre la demanda de 1982 y la de 1972, la relación entre la máxima y la mínima demanda anual ocurridas en el período, la relación entre la demanda de 1982 y la media del período y el porcentaje de la demanda total de 1982 representado por cada líneas.

A partir de estos indicadores, se construyó la tabla 10, que ordena las líneas consideradas en tres niveles de prioridad, según tres criterios de pre-

ferencia: volumen, sostenimiento de la demanda a través del tiempo y expectativas de crecimiento.

Las líneas agrupadas en prioridad A, son las que se comportaron en un nivel "alto" en dos o los tres criterios a lo largo del período cubierto; las de prioridad B, presentaron por lo menos nivel "medio" en dos de los criterios y los de prioridad C, alto o medio en uno solo de los criterios.

La agrupación debe revisarse a partir de un juicio más fundado, de ser posible por consenso entre varios especialistas conocedores de la industria, pero puede utilizarse como punto de partida.

Por otra parte, las expectativas de demanda deben estudiarse a mayor profundidad, conjuntamente con los principales generadores de la misma, tomando en cuenta los proyectos que tengan en mente, expresados en términos de necesidades de productos electrónicos específicos. Por ejemplo, si los proyectos de expansión de la red telefónica no siguen las tendencias históricas, es necesario tomar en cuenta las diferencias encontradas, para la estimación de los mercados probables.

Asimismo, si algunos bienes de capital antes importados se van a integrar en el país, probablemente se buscará producir también sus instrumentos y controles, lo que introducirá cambios en la demanda tanto de controles e instrumentos como de partes y componentes para fabricarlos.

El análisis de la oferta, por su parte, probablemente debería reconocer la existencia de productos electrónicos de distinto "nivel": partes y componentes, aparatos, sistemas y "diseños". Visto así, el análisis no podría limitarse a las capacidades de los fabricantes existentes sino que tendría necesariamente que considerar las capacidades de diseño disponibles en las universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico.

En rigor, lo que interesa explorar es la capacidad en conjunto del sistema de ciencia y tecnología (con sus vertientes industrial y de investigación) en el caso particular de la electrónica. Esto supone buscar tanto combinaciones de capacidades y recursos de empresas y universidades como de universidades entre sí o de empresas entre sí.

### Contenido Básico de la Monografía.

Cubriría 6 aspectos principales del campo de estudio: los productos, los productores existentes, la capacidad instalada, los mercados, las actividades de investigación y desarrollo y los proyectos identificados a lo largo del proceso.

Por lo que se refiere a los productos, debería proponerse una lista general, agrupada por clase, de los productos que se consideren en el estudio, tanto existentes como potenciales.

Se incluiría, asimismo, una matriz usuarios-productos de los productos demandados aunque no se fabriquen en el país, una matriz productos-familias de insumos, que permita identificar necesidades de producción de partes y componentes y, posteriormente, cuantificarlas.

También se incluiría en este capítulo una matriz productos-productores, añadiendo para cada producto los porcentajes de integración nacional basados en el costo de las partes.

En cuanto a los productores, habría que partir de una primera lista ordenada de los que actualmente suministran material y equipo electrónicos. A partir de ella podrían desarrollarse agrupaciones por ubicación geográfica y por tamaños de unidades productivas (en este último caso, clasificándolos a partir de 3 indicadores y 3 relaciones principales: los activos totales, las ventas anuales y el personal total y las relaciones: ventas por persona año, rotación de las ventas sobre los activos totales e inversión total por persona),

Se debería producir también una matriz clientes-productos, identificando en las intersecciones las empresas que pueden suministrar los productos tabulados a los clientes específicos.

Se buscaría producir una tabla de indicadores significativos por empresa: No. de productos diferentes, años transcurridos desde su fundación, coeficiente de ventas facturadas 1984/1980, integración vertical, estructura del capital, mezcla de clientes, nivel tecnológico, origen de los diseños, etc.

También se produciría una tabla de los problemas más significativos afrontados por las empresas, ya sea individualmente o tomadas por grupos con problemas comunes: financieros, tecnológicos, comerciales, de calidad, aprovisionamiento, fiscales, legales, de personal, de distribución, políticos, etc.

También se sugiere agrupar a las empresas por familias de productos según su tipo y su nivel de producción, así como una tabla de producción exportable en que se identifique a los exportadores potenciales.

Por lo que se refiere a capacidad instalada, sugeriría formular una matriz productos requeridos-productores potenciales (qué empresas existentes podrían fabricarlos, aunque no los hagan todavía), un cuadro de análisis de indicadores de capacidad instalada por empresas y un cuadro similar, que analice las mismas variables pero en el futuro.

Algunas de las variables principales cubiertas podrían ser: cobertura del volumen, disponibilidad de componentes, capacidad de ingeniería, necesidades de divisas, dependencia tecnológica, capital extranjero, exportaciones, etc.

El cuadro prospectivo podría definirse, a partir de los mismos indicadores, como un esenario deseable dentro de 10 años. Permitiría generar un conjunto de proyectos.

Por último, cabría formular también, en el análisis de capacidad instalada, una matriz productos-procesos críticos.

Por lo que se refiere al mercado, se propondría la creación de una matriz mercados-productos que identifique a los clientes concretos en las intersecciones, en el entendido de que podrían cubrirse diferentes enfoques: regional, nacional o exportación, privado o público, OEM o directo, etc.

Se formularía también un cuadro de oportunidades de exportación tanto de productos existentes como potenciales, una matriz productos-clientes indicando en las intersecciones las cifras respectivas y el origen actual de las adquisiciones.

Respecto a las actividades de desarrollo de productos, convendría formular un inventario de proyectos en curso en empresas, universidades e institutos y un inventario de grupos existentes con capacidad de desarrollo de productos, en el que se evaluarían variables tales como masa crítica, desarrollos existentes, desarrollos introducidos comercialmente, nivel tecnológico, etc.

La información anterior, al ser analizada e interpretada, generaría algunas listas de proyectos identificados de acuerdo con las diversas actividades: lista de proyectos prioritarios de investigación y desarrollo, lista de proyectos necesarios para superar procesos críticos, lista de proyectos prioritarios de inversión, matriz proyectos de investigación-posibles realizadores, indicando en las intersecciones los problemas y obstáculos probables.

También interesaría preparar una matriz de criterios para jerarquización de proyectos, con coeficientes en las intersecciones que permitiesen valorar en cada caso la contribución al volumen, al valor estratégico, la generación de divisas, la creación de empleo, el aprovechamiento de capacidades existentes y los efectos multiplicadores que se produzcan.

El informe final de la monografía debería identificar y describir en uno o dos párrafos las oportunidades de inversión o de desarrollo de innovaciones que más contribuyan.

**TABLA NUM. I****AGRUPACION DE PRODUCTOS DE ELECTRONICA, SEGUN LISTADOS PROEXPO****EQUIPO PARA TELECOMUNICACIONES**

- 1.1 Centrales telefónicas y teléfonos
- 1.11 Centrales y conmutadores telefónicos
- 1.12 Aparatos Telefónicos
- 1.13 Partes y Accesorios

**EQUIPOS DE COMUNICACION Y APARATOS PROFESIONALES DE RADIO Y TV.**

- 1.21 Tableros de conmutación eléctricos
- 1.22 Equipos transmisores y receptores de radio
- 1.23 Equipos transmisores de televisión
- 1.24 Equipos radiotelegráficos y radiotelefónicos
- 1.25 Amplificadores de media y alta frecuencia
- 1.26 Partes y piezas

**COMPONENTES Y MATERIALES ELECTRONICOS****ELECTRONICA DE CONSUMO**

- 3.1 Radioreceptores
- 3.2 Televisores, registradores y reproductores de imagen
- 3.3 Aparatos para registro y reproducción de sonido
- 3.4 Micrófonos
- 3.5 Amplificadores de sonido, parlantes y altavoces
- 3.6 Partes y Piezas

**EQUIPO ELECTROMEDICO**

- 4.1 Aparatos de radiocirugía, radiodetección, radiosondeo, etc.
- 4.2 Instrumentos, aparatos y accesorios para medicina y cirugía
- 4.3 Partes y Accesorios

**EQUIPO PARA CALCULO Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACION**

- 5.1 Calculadoras, cajas registradoras, etc.
- 5.2 Computadoras y equipos periféricos
- 5.3 Piezas sueltas y accesorios

**EQUIPO DE INSTRUMENTACION, MEDIDA Y CONTROL**

- 6.1 Detectores de metales
- 6.2 Instrumentos de medida, verificación y control
- 6.3 Partes y Accesorios

## TABLA NUM. 2

AGRUPACION PROPUESTA DE PRODUCTOS DE ELECTRONICA PROFESIONAL  
(Fuente, "La Industria Electrónica Profesional en México", NAFINSA/ONUFI, 1979)

1. Equipo de telecomunicación
  - Equipo Telefónico
  - Telégrafos, teletipos
  - Radiocomunicación
  - Equipo de microondas
  - Equipo para estaciones y estudios de TV. y radio
  - Equipo de radionavegación
  - Radar, sonar
  
2. Instrumentos de medición y prueba
  - Instrumentos para medir cantidades eléctricas
  - Osciloscopios, oscilógrafos
  - Analizadores de onda
  - Equipo de prueba para elementos electrónicos
  - Equipo de prueba para telecomunicaciones
  - Equipo de prueba para microondas y alta frecuencia
  - Generadores de señales
  - Analizadores de frecuencia y sintetizadores
  
3. Instrumentos para control de procesos
  - Instrumentos analíticos (medidores de PH, cromatógrafos, analizadores de gases, espectrofotómetros)
  - Fuentes de poder reguladas
  - Sensores, registradores, indicadores controladores, transmisores, etc.
  - Actuadores eléctricos y válvulas de control
  - Controles numéricos para máquinas herramientas
  
4. Computadoras y calculadoras
  - Computadoras digitales y analógicas
  - Computadoras híbridas
  - Computadoras para control de procesos
  - Calculadoras impresoras
  - Equipo de entrada-salida
  - Equipo periférico
  
5. Equipo Biomédico
  - Instrumentos para análisis de líquidos en el cuerpo
  - Electrocardiógrafos, electroencefalógrafos
  - Equipo para observación
  - Unidades de cuidado intensivo
  - Equipo Terapéutico
  - Equipo médico de rayos X
  - Medidores de dosis radioactiva
  - Programas para computadoras médicas
  
6. Componentes y partes
  - Resistencias
  - Capacitores
  - Bobinas y transformadores
  - Filtros y redes
  - Relevadores
  - Tubos al vacío
  - Tubos de rayos catódicos
  - Diodos semiconductores, rectificadores
  - Transistores, tiristores
  - Circuitos integrados
  - Cristales piezoeléctricos y transductores
  - Conectores, enchufes, sockets
  - Interruptores
  - Tabletas para circuito impreso
  - Partes para semiconductores

TABLA NUM. 9

INDICADORES DE DESARROLLO DE MERCADO DE LOS PRODUCTOS AGRUPADOS EN  
TABLA NUM. 1

IDENTIF.	DEMANDA 82	DEM. MAX.	DEM. 1982	% TOTAL
1.11	50.2	50.2	2.37	23.7
1.12	3.53	8.13	2.03	3.4
1.13	4.27	23.2	2.72	4.0
1.21	1.76	16.4	0.34	
1.22	7.82	22.9	2.04	0.6
1.23		3.82	3.34	0.4
1.24	6.23	12.8	1.56	4.7
1.25		17.6	2.12	0.5
1.26		5.8	2.23	1.6
2	9.1	9.3	1.71	6.3
3.1	1.54	7.6	1.72	1.7
3.2	3.81	4.06	1.81	15.7
3.3	5.35	18.8	1.97	0.6
3.4	4.29	6.69	1.99	0.2
3.5	4.39	5.97	1.31	1.8
3.6	118.6	118.6	1.8	0.4
4.1		60.2	0.48	0.2
4.2		95.3	3.28	3.3
4.3	0.99	5.0	1.21	
5.1	4.69	8.76	1.45	1.3
5.2	24.3	24.3	3.49	18.1
5.3	42.1	42.1	3.97	2.6
6.1		18.1	4.04	0.1
6.2	562.3	562.3	2.59	7.9
6.3		7.87	2.36	1.0

TABLA NUM. 10

**LINEAS DE PRODUCTOS PRIORITARIOS A PARTIR DE CRITERIOS DE  
VOLUMEN, DEMANDA SOSTENIDA Y CRECIMIENTO**

	C R I T E R I O S		
	VOLUMEN	DEMANDA SOST.	CREC.
<b>A</b> Centrales y conmutadores telefónicos	A	A	A
Instrumentos de medida, verificación y control	A	A	A
Amplificadores de media y alta frecuencia	B	A	A
Televisores, registradores y reproductores de imagen	A	A	A
Partes y piezas, electrónica de consumo	B	A	A
Computadoras y equipos periféricos	A	B	A
<b>B</b> Aparatos telefónicos	M	A	B
Equipos radiotelegráficos y radiotelefónicos	A	M	M
Aparatos para registro y reprod. de sonido	B	A	M
Instrumentos, aparatos y accesorios para medicina y cirugía	M	B	A
Partes y accesorios para centrales telefónicas	M	M	M
Componentes y materiales electrónicos	A	M	B
Equipos transmisores y receptores de radio	B	A	M
<b>C</b> Partes y piezas, equipos de comunicación y aparatos profesionales de radio y TV.	B	A	B
Micrófonos	B	A	B
Aparatos de radiocirugía, radiodetección, radiosondeo, etc.	B	B	A
Piezas sueltas y accesorios para equipo de cálculo y tratamiento de la información	B	B	A
Detectores de metales	B	B	A
Partes y accesorios para equipo de instrumentación, medida y control	B	A	B
Tableros de conmutación eléctricos	B	B	M
Radio-receptores	B	M	B

A= ALTA  
M= MEDIA  
B= BAJA