

PROYECTO PROSPECTIVA TECNOLÓGICA PARA AMÉRICA LATINA

LA MICROELECTRONICA EN VENEZUELA.
¿UNA POSIBILIDAD DE DESARROLLO
TECNOLOGICO?

Arnoldo Pirela

TEXTOS PARA DISCUSION

CENDES/UCV/07

Marzo, 1985

Bibli
Instituto de
UNIC

Proyecto patrocinado por la UNIVERSIDAD DE LAS NACIONES UNIDAS (UNU) y
el CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO (CIIID).

INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
N. CHAMBERS
PROG. 100-1000
C. 100
PREÇO 1000
DATA 10/10/85
COD. TI 1000
PROT. 1000

LA MICROELECTRONICA EN VENEZUELA.
¿UNA POSIBILIDAD DE DESARROLLO
TECNOLOGICO?

Arnoldo Pirela

TEXTOS PARA DISCUSION
CENDES/UCV/07
Marzo, 1985

Biblioteca
Instituto de Geociências
UNICAMP

Los puntos de vista expresados en este documento no representan
necesariamente la opinión de las instituciones patrocinantes.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

N. CHAMADA 301.248
P665m

V. _____ EX. _____

TOMBO 1124114

PROC. 16 P-000631/2022

C D

PREÇO R\$ 28,00

DATA 08/06/2022

CÓD. TIT. 124 2959

PROT. 113 P 1

Biblioteca
Instituto de Geociências
UNICAMP

El Proyecto Prospectiva Tecnológica en América Latina parte del supuesto que una precondition necesaria para la construcción de una estrategia de desarrollo científico y tecnológico para la región es una visión prospectiva de los elementos del proceso de cambio social, económico y político que serán cruciales en las próximas décadas. Esta visión debe ser elaborada por los países de América Latina desde el punto de vista de sus propias características y aspiraciones, contrastando con los estudios que consideran a la situación de la región como una variable dependiente de lo que sucede en el Norte. El Proyecto se centra en las dimensiones tecnológica y científica del cambio. Procura identificar las principales tendencias del cambio tecnológico y su impacto social, económico, cultural y ambiental sobre los países latinoamericanos. El objetivo central es contribuir a la construcción de una estrategia de ciencia y tecnología para el desarrollo de una sociedad autónoma, igualitaria, participativa y compatible con el medio ambiente.

Coordinador del Proyecto : AMILCAR O. HERRERA. Núcleo de Política Científica e Tecnológica. UNICAMP. Campinas. 13.100 Brasil.

Responsables de Areas

Tendencias de Desarrollo de Ciencia y Tecnología : RENATO DAGNINO. Núcleo de Política Científica e Tecnológica. UNICAMP. Campinas. 13.100 Brasil.

Dinámica Socioeconómica : PAUL SINGER Y ANDRE FURTADO. CEBRAP, rua Morgado de Mateus 615, 04015 Sao Paulo, S.P. Brasil.

Potencial de Investigación y Desarrollo en América Latina : HEBE VESSURI. CENDES. Apartado 6622 Caracas 1041-A. Venezuela.

Economía Política de la Ciencia y la Tecnología : LEONEL CORONA. DEFE. UNAM. Apartado Postal 22016. México, D.F., 14000, México; THEOTONIO DOS SANTOS. FESP. Av. Carlos Peixoto 54, Botafogo. Río de Janeiro. Brasil.

Medio Ambiente y Desarrollo : GILBERTO GALLOPIN. Fundación Bariloche. Casilla de Correo 138. S.C. Bariloche 8400. Río Negro. Argentina.

Comité Consultivo : FERNANDO HENRIQUE CARDOSO; LEONEL CORONA; CELSO FURTADO; GILBERTO CARLOS GALLOPIN; AMILCAR O. HERRERA; JOSE AGUSTIN SILVA MICHELENA.

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1: LOS EMPRESARIOS Y SU ESTRATEGIA TECNOLÓGICA	13
- Ambiente para el desarrollo de la industria	18
- La esfera oficial	18
- El sector y su esfera de influencia	23
- El sistema científico y tecnológico	25
- La opinión pública	26
- Potencial de recursos humanos	27
- Dos estrategias tecnológicas exitosas	29
- Notas y anexo	38
- Bibliografía	41
CAPITULO 2: RECURSOS HUMANOS: PERFIL Y POTENCIAL	43
- Un marco histórico conceptual	44
- Enseñanza de la ingeniería eléctrica y electrónica en Venezuela	55
- Factores que han ejercido influencia sobre la enseñanza de estas disciplinas	70
- A modo de conclusión	77
- Anexo estadístico	81
- Notas	89
- Bibliografía	91

CAPITULO 3: UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO
E INDUSTRIAL

	93
- Algunos elementos sobre el estado del arte en materia de planificación estratégica y estrategias tecnológicas	94
- Breve comentario sobre el papel del Estado en la definición de estrategias tecnológicas en los países desarrollados	95
- La innovación tecnológica y la planificación estratégica en las corporaciones	96
- Criterios rectores del programa	99
- Areas de oportunidad y algunas acciones a desarrollar	106
- Estrategia tecnológica	109
- Algunas ideas para la implantación de la estrategia tecnológica	114
- Bibliografía	117

SIGLAS USADAS EN ESTE TRABAJO

CANTV: Compañía Anónima Teléfonos de Venezuela.

CENDES: Centro de Estudios del Desarrollo.

CONICIT: Consejo Venezolano de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

FINTEC: Fondo de Inversiones Tecnológicas.

FUNDEI: Fundación Educación e Industria.

PEQUIVEN: Petroquímica Venezolana.

PDVSA: Petróleos de Venezuela. Sociedad Anónima.

LA MICROELECTRONICA EN VENEZUELA
¿UNA POSIBILIDAD DE DESARROLLO TECNOLOGICO?

Arnoldo Pirela Pineda
CENDES - 1984

INTRODUCCION

Un hecho conocido por todos es que Venezuela, durante la mayor parte de este siglo, ha vivido del petróleo y de la energía que de él se deriva. Estamos en el mercado mundial de la energía como oferentes de un producto clave para el desarrollo industrial y económico del mundo, lo que nos ha permitido en pocos años lograr avances significativos en distintos aspectos de nuestra vida económica, social y política. Esta situación es producto casi exclusivo del petróleo y de este siglo, ya que la Venezuela del siglo pasado era verdaderamente diferente.

El siglo XIX venezolano estuvo dominado por las guerras y por los ciclos de altas y bajas en los mercados internacionales de nuestros productos agrícolas de exportación. Hasta principios de este siglo se puede decir que Venezuela era todavía una república en formación y una nación haciendo esfuerzos por su definitiva integración. Es durante los primeros años de este siglo que ese proceso político se consolida, ello se logra en los 33 años de dominación gomecista, que van desde la caída del liberalismo amarillo y su definitiva derrota militar en 1903, hasta la muerte de "El Benemérito" en 1935.

En los países desarrollados, el petróleo venezolano entre otros, y la energía de base orgánica, provocaron una revolución tecnológica, usando ese material como combustible para generar electricidad y, mucho más importante, para la propulsión automotora. A medida que el proceso

de industrialización y producción a gran escala, así como el de difusión del automóvil, se ampliaban en América, Asia y Europa, sobre la base del uso de un combustible barato; el componente de la energía en los costos se hacía cada vez menor. Esto sucedía mientras los costos de mano de obra, conocimiento y capital, se hacían cada vez más altos en términos relativos.

Este hecho permitió que desde la definitiva incorporación del petróleo como factor clave en la vida de los venezolanos, al final de los años veinte, éste se convirtiera en aislante, para Venezuela, de las oscilaciones en la economía mundial. El modelo tecnológico asentado en energía barata impidió grandes cambios en los precios y demanda del petróleo en los mercados internacionales y permitió que Venezuela disfrutara por largos años de un crecimiento estable y mantenido. Ello hasta que en 1973, la llamada "crisis energética" provocó un salto muy importante en los ingresos.

El bloqueo petrolero árabe y el excedente de la demanda de hidrocarburos, consecuencia de ese largo período de precios artificialmente bajos, significó para Venezuela un brusco incremento en los ingresos en divisas internacionales, abriendo las posibilidades para un proceso de crecimiento muy acelerado.

Para la mayor parte del mundo, y en especial para los países industrializados, 1973 marcó el fin en la era de la energía barata y pro-

vocó un incremento súbito y descomunal en los costos directos de producción y uso de bienes y servicios.

Las implicaciones tecnológicas de este hecho son de gran magnitud. A partir de 1973 estará claro para casi todo el mundo que el proceso de crecimiento en la producción, distribución y consumo no podía seguir asentado en el uso intensivo de energía barata de origen orgánico, y sobre todo que algunas industrias claves como la automotriz y la aeronáutica debían transformar radicalmente sus procesos y los productos que fabricaban. Se hizo evidente también que la electrónica podía transformar el aparato de producción y servicios para hacerlo más eficiente, en cuanto al uso de energía, y además en lo relacionado con el uso de mano de obra, una tendencia adelantada por largo tiempo.

Esto nos indica que para Venezuela la moderna revolución de la microelectrónica tiene particular importancia y repercusiones, no solamente de la manera que afecta o impacta a la mayoría de los países, sino por su condición de país esencialmente petrolero. Venezuela conoce, después del "boom" petrolero de los años setenta, la recesión y la crisis, entre otras razones, por los cambios en las condiciones del mercado petrolero que obligan a disminuir los precios. Ese cambio en las condiciones del mercado petrolero, si bien es cierto que puede calificarse como de carácter coyuntural, porque se mantiene la tendencia a sustituir energía humana por formas artificiales de ella, es atribuible en gran medida a los logros de la electrónica y su capacidad para permitir ahorros de energía por distintas vías.

La electrónica venía provocando grandes cambios desde hace unos setenta años, pero ellos habían pasado más o menos inadvertidos. Al principio los cambios fueron lentos, el telégrafo, el teléfono y después la radio. Todos ellos sin duda importantes, pero no definitivos, hasta que la segunda guerra mundial y los años sucesivos dieron un gran impulso a este campo con el radar, la televisión y otros productos y equipos, pero especialmente con los computadores. No obstante, los costos de los componentes electrónicos, en un período de inflación generalizada retardaban su amplia utilización y difusión.

Durante los primeros años de la década de los setenta ocurre un hecho importante, un salto espectacular en el proceso de miniturización en el que se venía avanzando desde mucho tiempo atrás. Los principios básicos de fabricación desde los circuitos impresos no se transformaron, pero la cantidad de elementos que se podían ordenar dentro de un área determinada creció significativamente. El resultado fue: la reducción del costo de procesamiento por área definida y la reducción en el espacio requerido para una determinada función electrónica, lo que se tradujo en una importante reducción en los costos de fabricación. Esta particular reducción de costos ha venido manifestándose de manera más acelerada en algunos años que en otros, pero ciertamente de manera constante, a lo largo de los últimos quince años, hasta llegar a un nivel de costos en los componentes electrónicos francamente ridículo si se comparan con similares de unos años atrás.

Las consecuencias directas de estos hechos las podemos resumir en: una reducción en los costos de producción y en los precios de venta de los productos y equipos electrónicos; el surgimiento de una gama muy grande y variada de nuevos equipos completamente desconocidos anteriormente; la reducción en los costos y la mejora en las funciones de equipos mecánicos y de otro tipo por la vía de la incorporación de nuevas funciones y controles electrónicos. Todo ello en cuanto a productos se refiere. En relación a los procesos productivos podemos señalar que la combinación de estos tres elementos mencionados anteriormente pero referidos a bienes de capital, ha determinado un acelerado salto hacia la automatización de la producción y muchos servicios. Por último, todo ello ha significado una reducción significativa del consumo de energía y más concretamente una reducción en la parte de los costos correspondiente a la energía.

Para Venezuela el avance del conocimiento en este campo tiene singular importancia, en cuanto a los problemas de empleo, dependencia tecnológica, pérdida de mercados, obsolescencia de bienes de consumo, servicio y producción, complejización y eficiencia del proceso de dominación y control político, etc., pero además se ve afectado como país productor de energía en base a hidrocarburos. En ese sentido es bueno señalar que uno de los esfuerzos de investigación y desarrollo más importante en los países desarrollados, es precisamente en el campo de los mecanismos de control y regulación del consumo de energía para aquellos bienes que dependen directamente del petróleo. Nos referimos,

por supuesto, a los medios de transporte autónomos, el automóvil y los distintos vehículos aéreos o de la industria aeronáutica y de transporte marítimo.

Si consideramos, por ejemplo, los datos de consumo de gasolina sólo por los automóviles de pasajeros, para 1978 encontramos que ellos alcanzaban cerca de 500 millones de galones diarios, lo que significaba alrededor de una quinta parte de cada barril de petróleo producido en el mundo. (*) Por ello, la forma más evidente que tomó la crisis energética en sus primeros momentos fue la caída de la demanda de vehículos con autonomía de movimiento, o automotores para distintos medios, terrestres, aéreos o acuáticos. A partir de 1973, cerraron innumerables plantas de montaje, fábricas de partes y astilleros en casi todo el mundo, o redujeron su actividad significativamente, dejando sin trabajo a millones de personas. Esto repercutió inmediatamente en las actividades de extracción y transformación de materias primas e insumos de gran utilización por estas industrias, tales como siderúrgicas, petroquímicas y plásticos, y a toda la producción por la vía de las imbricaciones de estas industrias con prácticamente todo el proceso económico de la moderna sociedad automotora.

(*) Ver: COLIN, Norman et. al.: "Oil puts cars on the spot", New Scientist, Nov. 8, 1979, p. 429.

En consecuencia, la clave para la solución de la crisis energética y con ello devolver el control del mercado de petróleo a los grandes países consumidores era precisamente resolver el problema de la cuenta de gasolina y otros combustibles para vehículos automotores, especialmente carros de pasajeros.

Hasta 1974 se consideraba que la electrónica se podía usar en el automóvil solamente en los casos en que fuera técnica y económicamente la solución óptima para algún problema. Propaganda y promoción tampoco garantizaban la aceptación de partes y equipos electrónicos en el automóvil, especialmente en un mundo de recesión y bajo nivel de demanda. No obstante, un conjunto significativo de regulaciones, especialmente en los Estados Unidos y Japón, dieron las razones para la computarización del automóvil. En los Estados Unidos se impusieron normas cada vez más estrictas en cuanto a polución, seguridad y especialmente en pro del rendimiento en millas por galón de gasolina. Del mismo modo, en el Japón se impulsaron regulaciones estrictas, pero haciendo más énfasis en la emisión de gases contaminantes pues en cuanto al rendimiento de la gasolina, los niveles tradicionales alcanzados eran de por sí muy altos.

Las corporaciones automovilísticas se vieron obligadas a invertir grandes cantidades en Investigación y Desarrollo para poder cumplir con las regulaciones, General Motors, por ejemplo, destinó aproximadamente 600 millones de dólares al año exclusivamente para el desarrollo de un sistema computarizado de reducción del consumo de gasolina y con

trol del escape de gases, al igual que la Chrysler, reservó aproximadamente el 40 % de su presupuesto en Investigación y Desarrollo (de 100 a 120 millones de dólares) para el desarrollo de dispositivos de control de la polución por el escape del automóvil. El impulso dado por esta vía a la electrónica en el automóvil fue tal que para 1981 aproximadamente el 75 % de todos los modelos Ford y todos los General Motors y Chrysler habían incorporado algún sistema de control electrónico. Por otra parte, la mayoría de los automóviles europeos y japoneses desde algún tiempo antes ya incluían algunas partes electrónicas o estaban ampliamente computarizados.

Tecnológicamente para la industria automotriz, las respuestas a los retos de las regulaciones dieron resultado, especialmente los adelantos en el campo de "sensores" y "actuadores" que los hicieron muy veloces y de bajo costo, permitiendo una recuperación lenta pero mantenida de la industria.

Por otra parte, encontramos que la microelectrónica está también en la mente de diferentes hombres de negocios, empresarios, así como en las élites políticas que piensan en ella como la piedra angular de un nuevo ciclo largo de desarrollo económico y crecimiento. Por ello se ha desplegado un esfuerzo para impulsar los desarrollos relacionados con este campo, incrementando las aplicaciones de la electrónica a través de todos los medios posibles. Los "chips" han recibido soporte económico, legal e ideológico, y son, por muchas razones,

opción para asegurar el cumplimiento de las imágenes objetivos que cada quien se ha construído del mundo futuro.

La microelectrónica significa para Venezuela algo más que para otros países. Ha sido, hasta ahora, elemento clave o central de la estrategia de los países industrializados para arrancar de las manos de la OPEP el control del mercado de energía en base orgánica. En ese camino han sido muy exitosos, para 1973 la OPEP ponía en el mercado algo más de treinta millones de barriles de petróleo diario, para 1982 descendió a 17.5 millones y en 1983 a sólo 13.5 millones de barriles. En el caso de los Estados Unidos, la reducción de las importaciones ha sido de alrededor de un tercio entre 1980 y 1984 y su plan es claro, como lo ha señalado Danny J. Boggs, Vice Secretario de la Secretaría de Energía de los Estados Unidos en 1983, la Nación está esforzándose por volverse, a la larga, completamente autosuficiente en petróleo y por lograr su independencia energética.

En esa estrategia, si bien juegan otros factores tales como la llamada Reserva Estratégica de Petróleo, el estímulo a fuentes alternas de energía, tales como las hidroeléctricas, atómicas, eólicas, carbón, y otras, un factor clave, como señalamos antes es el uso más eficiente de la energía que se produce, especialmente por la vía de los dispositivos electrónicos de control y regulación del consumo de energía y la sustitución de piezas mecánicas por electrónicas cuyo consumo de energía es claramente inferior.

Estos hechos, si bien no son objeto del trabajo que a continuación presentamos, sirven para destacar el interés que para Venezuela en particular tienen los desarrollos que se están dando en este campo.

En lo que atañe a Venezuela, la consideración acerca del desarrollo tecnológico e industrial en un campo como la electrónica, pensamos debe hacerse en base a los aspectos reales o de diagnóstico de la situación presente, así como a un modelo normativo de lo que se desea construir. El puente necesario entre estos dos aspectos se construye sobre la base de las potencialidades que se puedan descubrir y el diseño de los mecanismos que permitan potenciar las capacidades existentes.

En ese sentido, el presente trabajo evalúa los ejes centrales de los posibles desarrollos en el campo de la electrónica y sus aplicaciones en Venezuela, a saber: las instituciones públicas y privadas involucradas en el problema entre las que encontramos los centros de investigación y docencia y las empresas. Por otra parte, evaluamos también los recursos humanos formados, incluyendo una cuantificación y calificación del perfil profesional real de esos recursos y sus habilitades y capacidades desarrolladas.

Para la realización de este trabajo nos hemos apoyado, no sólo en la revisión de documentos y en un estado del arte nacional e internacional en la materia, sino en la realización de un número significa-

tivo de entrevistas en profundidad con empresarios, personal técnico y directivo de organismos públicos directamente relacionados con el problema, directivos de centros de investigación, en universidades y otros institutos de educación superior, docentes, empleados de empresas del ramo, investigadores activos en el campo, egresados de las disciplinas respectivas, trabajando o no en él e incluso estudiantes en distintos institutos y de diverso nivel.

Hemos intentado, a partir de un diagnóstico exhaustivo, la definición de una estrategia de desarrollo concertada, en ese sentido creemos de particular interés la identificación de la estrategia de desarrollo de las empresas que han incursionado en el campo y la estrategia de formación de los recursos humanos que poseemos. Para finalizar con la propuesta de un programa nacional de desarrollo de la industria electrónica que recoja en una de las estrategias tecnológicas posibles, la experiencia, posibilidades de acción y expectativas de los actores en los distintos sectores directamente relacionados con el problema.

La revolución microelectrónica está en marcha y Venezuela está obligada a tener respuestas ante ella y a planificar contanto con su presencia y acción. Es por ello que en las páginas siguientes intentamos responder la pregunta implícita en nuestro título: ¿representa la microelectrónica una posibilidad de desarrollo tecnológico para Venezuela?

CAPITULO 1

LOS EMPRESARIOS Y SU ESTRATEGIA TECNOLÓGICA

La literatura divulgativa y otras publicaciones más especializadas, provenientes de los países desarrollados, han reportado en los últimos años el "boom" de las empresas de electrónica. Nos han contado "fantásticas historias" acerca de jóvenes ingenieros que en el garaje de su casa inician una empresa para fabricar un personal computer y al cabo de cuatro o cinco años se convierten en una corporación transnacional de cientos y miles de millones de dólares. Las historias son comparables a las que sembraron el mito de "El Dorado" o la fiebre del oro en California y en muchos otros sitios en distintas épocas.

Las consideraciones de esos hechos lucen, para la mayoría de los venezolanos, lejanas y hasta atormentadoras, o forman parte de esa subconciencia de lo irreal que domina el deslumbramiento por la metrópolis, los rascacielos, las luces de París, The National Gallery, las calles limpias o los trenes y autobuses puntuales. En definitiva, "esto no sueña a subdesarrollo" para el hombre común, ni tampoco para el académico que sueña con culminar un modelo interpretativo de una sociedad "dependiente y periférica" en el que ha trabajado los últimos veinte años de su vida. Por nuestra parte queremos contar otra historia, esta vez con protagonistas de apellidos más melódicos y con particularidades que nos dejan enseñanzas y no simplemente asombro por un cuento tan peculiar.

En 1977 dos jóvenes ingenieros venezolanos egresados de la Universidad Simón Bolívar fundaron la empresa FONOLAB cuya idea básica era desarrollar sus habilidades en ingeniería electrónica a través de un proyecto especial que les planteó una financiera. El proyecto llamado "mesa de dinero", ubicado en el área de la telefonía, fue desarrollado íntegramente por ellos, desde la factibilidad técnica y económica hasta su instalación y mantenimiento posterior. Fonolab fue durante gran parte de ese tiempo una "empresa portátil" y la mayoría de los estudios y trabajos de desarrollo y fabricación se hicieron en un cuarto no mayor de 15 m².

Seis años más tarde, en los primeros meses de 1983, la empresa Fonolab había adquirido un edificio de cinco plantas para albergar a la parte de producción y desarrollo con un total de unos 120 empleados. Los activos totales, que en 1977 eran Bs. 20.000, hoy suman más de 25 millones de bolívares. La empresa cuenta con más de treinta ingenieros en las diferentes áreas; está en el segundo lugar en ventas en el mercado privado venezolano, esto en competencia con empresas multinacionales. Sus ventas en líneas telefónicas totalizaron durante el año 1982 la cantidad de 10.000 unidades y están exportando a Estados Unidos, Francia, Chipre, Holanda, Singapur, Colombia, Argentina y otros países. Desde el punto de vista tecnológico el éxito es también notable y una larga lista de productos desarrollados por la empresa dan evidencia de ello. No obstante, quisiéramos presentar a modo de ejemplo una experiencia concreta que, de alguna manera, explica la conducta tecnológica de Fonolab.

Nos referimos al desarrollo de una interfase entre una central telefónica "full" electrónica y una electromecánica.

Petroquímica Venezolana (PEQUIVEN) poseía una vieja central cuyos servicios estaban saturados y era necesario ampliar el número de líneas a ser atendidas. En consecuencia se planteó la posibilidad de interconectar esa central con un moderno sistema electrónico. Todas las empresas competidoras del ramo se negaron a desarrollar la conexión y ofrecieron la sustitución completa por un nuevo sistema. El problema para la interconexión se presentaba en razón de la incompatibilidad de los protocolos de comunicaciones de los dos equipos.

Como respuesta, la gerencia de desarrollo de Fonolab pidió los protocolos y diseñó a su propio riesgo una interfase entre su central telefónica y la que poseía PEQUIVEN. La interfase, en términos sencillos, es un traductor que interpreta lo que mandan las centrales y convierte el protocolo. Finalmente, después de algunos ajustes, decidieron producir esa interfase y la están vendiendo en diversos países, pues similar problema existe en Argentina, Chile, Perú y otros.

La experiencia es por demás aleccionadora pues destaca la diferencia en la forma de enfrentar el mercado entre las empresas multinacionales y una empresa nacional. La fácil adaptación a las especificidades del mercado es un punto de apoyo obvio para las empresas locales

que, contando con la capacidad técnica, pueden responder más eficientemente a las exigencias de la demanda. Además, la nación, como un todo, se beneficia de un menor costo social en la satisfacción de sus necesidades.

Esta resaltante experiencia que acabamos de describir en forma sucinto no es un hecho aislado, la industria de electrónica venezolana está constituida por un grupo pequeño pero creciente de empresas, en su gran mayoría, de capital totalmente nacional y protagonistas de desarrollos tecnológicos de un alto valor agregado nacional y diseños propios. Ellas han logrado en pocos años un avance que no tememos en llamar excepcional y ciertamente exitoso desde el punto de vista económico, comercial y tecnológico. No se trata obviamente de un sector cuantitativamente importante de la economía venezolana. Pero, ciertamente sus resultados merecen ser considerados, esto en atención al área tecnológica en la cual están involucrados y por lo aleccionador que pueda resultar el estudio de las modalidades de estrategias utilizadas para alcanzar ese éxito.

En términos cuantitativos estamos hablando de unas veinte empresas cuyas ventas totales, como grupo, rebasaron en 1983 la cantidad de ochenta millones de bolívares con un crecimiento de sus ventas en los últimos cuatro años del orden del 75 % como promedio interanual. El personal empleado en su totalidad se acerca al millar. De ellos, las cinco empresas más grandes emplean cerca del 65 % del total. En cuanto a la

estructura por calificación de su mano de obra encontramos que más del cuarenta por ciento (40 %) son profesionales, en su mayoría ingenieros. Otra porción importante, poco más del 20 %, son técnicos especializados en el campo y entre obreros calificados, personal administrativo y otros completan la nómina de la industria. En cuanto al perfil profesional del personal directivo, encontramos que aproximadamente la mitad ha alcanzado el nivel de Ph.D., un 20 % posee un M.S. y el restante 30 % posee el título de ingeniero en su casi totalidad de universidades nacionales.

A finales del año 1982 el Ministerio de Fomento levantó información directa sobre diez de estas empresas, en donde están incluidas las cinco más importantes. En cuanto al espacio físico ocupado por las instalaciones de esas empresas encontramos que este alcanzaba los 5.200 m² de área total y, tomando en cuenta las funciones a las cuales dedican este espacio, encontramos que se distribuye de la siguiente manera: 34 % para fabricación, 29 % para actividades de investigación y desarrollo; un 14 % a funciones administrativas y el resto a otras actividades. Este dato nos da una idea de la importancia que esta rama le ha dado a las actividades de investigación y desarrollo, esto expresado en el área dedicada a tal fin. Cerca de 1.600 m² del total del espacio físico ocupado por las instalaciones están destinados a actividades tales como investigaciones tecnológicas y de mercado, diseño y adaptación de productos y procesos, fabricación y prueba de prototipos, etc.

El campo de acción de las distintas empresas es variado, con una tendencia marcada fundamentalmente por las áreas hacia las cuales se han venido orientando las empresas más grandes. Así, encontramos una parte importante de la actividad del grupo concentrado en telefonía y en menor grado equipos variados de regulación, control y potencia; sistemas de adquisición y presentación de datos en forma directa o remota; tipos de interfase, circuitos impresos; software; y una variedad de equipos electrónicos entre los que se encuentran: microcomputadores, télex, relojes, taxímetros, equipos de sonidos y otros.

Ambiente para el desarrollo de la industria

Un aspecto importante a considerar en la definición de un ambiente propicio para el desarrollo de una actividad industrial es el relacionado con el carácter de los juicios o prejuicios que el colectivo de una nación, incluidas las esferas dirigentes del Estado y actividad privada, tienen acerca de esa actividad. Por ello además de la evaluación de las políticas y acciones emprendidas por el Estado; hasta el año 1983, presentaremos ese factor no tangible del ambiente.

La Esfera Oficial

La actitud general observada va del asombro ante las "maravi-

llas de la electrónica" a la ignorancia acerca del impacto de la tecnología a todos los niveles de la vida del venezolano. Ha sido difícil despertar una actitud más positiva que entienda que es posible y necesario hacer algo al respecto y rápido, o la "marea" de esta tecnología nos llevará sin haber participado de sus posibles beneficios.

En la esfera oficial, salvo un par de instituciones que aisladamente han desarrollado en los últimos tiempos algunas acciones, a nuestro juicio no existe una preocupación seria expresada en acciones consistentes que permitan el impulso decisivo a la industria.

Para analizar el esfuerzo que el Estado ha dedicado a esta industria conviene considerar dos lapsos. Primero, durante los períodos constitucionales anteriores al de 1979-1984 donde solamente se puede hablar de las políticas clásicas de promoción de la industria vía sustitución de importaciones de las cuales nos hemos ocupado en otro trabajo.^{1/} De esta política sólo se beneficiaron algunas empresas filiales o con licencia de corporaciones transnacionales, empresas tales como Phillips, General Electric y Regina G.T. que funcionaban como simples ensambladoras de productos electrónicos de consumo masivo (radios, televisores y otros). También se beneficiaron otras empresas que suministraban unos pocos insumos nacionales que estas empresas consumían. La resultante de las actividades de las empresas conectadas con corporaciones transnacionales no se tradujo en ningún estímulo apreciable al desarrollo tecnológico y su ineficiencia se hizo palpable cuando el gobierno, en el período constitucional pasado, redujo los niveles de protección arancelaria.

En cuanto a las llamadas empresas nacionales de electrónica profesional, todas subsistieron al margen de la protección del Estado, aunque un número importante de ellas dependen de las compras de organismos gubernamentales y empresas del Estado.

Durante el segundo período (1979-84), las políticas e instrumentos que se aplicaron para promover el sector son de tres tipos:

1. Financiero: El financiamiento ha provenido de tres fuentes: CONICIT, FINTEC y CORPOINDUSTRIA. Sin embargo, ha faltado coordinación, consistencia y un esfuerzo realmente importante y ágil para proveer de los fondos necesarios a los empresarios que así lo requieran. Así como es evidente la falta de metas y objetivos definidos por parte de estos organismos con relación al sector. Todo esto se suma al desconocimiento, hasta no hace mucho absoluto, de las posibilidades y necesidades del área. En conclusión, estos elementos han determinado un apoyo financiero de baja efectividad por parte del Estado. Es bueno destacar que la mayor parte del capital de estas empresas proviene de los aportes personales de los empresarios o de préstamos de la banca nacional privada o exterior. De las diez empresas encuestadas por el Ministerio de Fomento, tan sólo cuatro recibieron algún apoyo financiero del Estado: dos de CONICIT para el desarrollo de productos; una de FINTEC para el mismo fin; y una de CORPOINDUSTRIA para la compra de equipos y la construcción de edificaciones.

La colaboración del Estado pues, no ha sido abundante y sí muy lenta y rígida, en opinión de los empresarios que la han solicitado. En

nuestras entrevistas, los empresarios han manifestado su queja acerca de lo inútil de solicitar financiamiento del Estado, especialmente para el desarrollo de innovaciones, pues el proceso de toma de de cisiones es muy lento y complicado. Esto es un obstáculo pues el pro ceso de investigación y desarrollo de una idea en el campo de la elec trónica, demanda de la inyección rápida de recursos en investigación y desarrollo que pueda resultar en una acción rápida de mercadeo del producto. De lo contrario muchos otros se podrían adelantar.

2. Instrumentos de política: Tanto en el Ministerio de Fomento, como en el CONICIT, la CANTV y el CENDES, se han preparado documentos con propuestas de planes y programas de estímulo a la industria electrónica. Sin embargo, ninguno de ellos se ha podido implantar de manera definitiva y ciertamente ello no se ha traducido en acciones que den un definitivo impulso de desarrollo. Podemos mencionar, desde el extraordinario esfuerzo de planificación de la CANTV (Plan CANTV 1975-1981) para definir un programa de "Fabricación de Equipos de Tele comunicaciones" y uno de "Desarrollo Tecnológico", frustrado en su com pleta aplicación por enfrentamientos internos de la CANTV hasta el documento del cual forma parte el presente trabajo y que fue preparado para el CONICIT.

Ciertamente ninguno de los planes se ha traducido en una acción coherente desde el Estado para estimular en forma definitiva y consistente el área. Los planes elaborados no han entrado en fase de ejecución, salvo algunas acciones aisladas que atacan parcialmente el problema.

Otros instrumento de política, lo mencionamos simplemente, es el "Premio Nacional de Desarrollo Tecnológico" otorgado en 1982 a la Microtel por el CONICIT.

3. Estímulos directos: Aquí nos referimos a tres decretos de la Presidencia de la República que potencialmente benefician a las empresas de electrónica nacional.

- 1) Decreto de la Presidencia de la República N° 503, del 4-2-80, mediante el cual se crea el "Consejo Nacional para el Desarrollo de la Industria de Artefactos Eléctricos y Electrónicos". La estructura de este Consejo es muy compleja y sus funciones y objetivos no están bien definidos. Hasta finales del gobierno pasado no se había reunido nunca y, por lo tanto, su acción es, hasta ahora, nula.
- 2) Decreto de la Presidencia de la República N° 1234, del 8-10-81, mediante el cual se dictan las normas para orientar la demanda de obras, bienes y servicios del sector público hacia la producción nacional. Es el llamado decreto de "compre venezolano". Este podría ser un instrumento muy eficiente de estímulo directo. Sin embargo, los empresarios han hecho distintas observaciones a la metodología del cálculo del valor agregado nacional. Así como a la falta de precisión por parte de los organismos del Estado sobre las características y cuantía de la demanda prevista. Esta precisión les permitiría incorporar planes de producción y desarrollo de acuerdo

con esos estimados de demanda y de esta manera ser más eficientes en el suministro. Por último, es necesario señalar la necesidad de una efectiva aplicación de este decreto, especialmente en lo relacionado a su cumplimiento por parte de PDVSA y las Fuerzas Armadas. Estos dos entes del Estado, en forma conjunta, representan definitivamente y por mucho, la porción más importante del mercado nacional de bienes de capital y de servicios profesionales de electrónica. Hacer que la demanda de estos organismos oficiales se oriente a una satisfacción con la producción de la industria nacional de equipos electrónicos podría estimular mucho su crecimiento y desarrollo.

- 3) Decreto de la Presidencia de la República N° 1776 del 31-12-82; mediante el cual se dictan "Normas para Orientar y Estimular el Desarrollo de la Industria de Bienes de Capital". El decreto incluye estímulos fiscales, financieros y de otro orden y crea la protección arancelaria para muchos de los bienes de nuestra industria de electrónica. Este es, obviamente, un instrumento de estímulo directo muy importante. Sin embargo, no podemos todavía evaluar su efectividad debido a lo reciente de su implantación y por causa de la reciente devaluación del bolívar que efectivamente lo sustituyó como instrumento desestimulador de importaciones.

El Sector y su Esfera de Influencia

Las actitudes y posiciones de las personas que en Venezuela

están directamente involucradas en este campo de la electrónica, sean ellos planificadores, investigadores o empresarios del ramo, son positivas y muy entusiastas. En su casi totalidad señalan como ciertas las posibilidades de avanzar en el desarrollo tecnológico e industrial del área. Este entusiasmo está además fundamentado en la conciencia sobre el crecimiento mantenido de la rama y en el avance constante del dominio de la variable tecnológica del negocio. Durante poco menos de diez años, desde que se fundó la primera de las empresas que actualmente existen, todas ellas han estado en constante expansión de sus ventas y producción, así como en un incremento mantenido de su capacidad de investigación y desarrollo. Sus programas y planes son cada vez más ambiciosos y sus éxitos cada vez más notables.

En los éxitos obtenidos es necesario destacar cinco aspectos:

- 1) Estos han sido en su mayoría alcanzados con una casi total ausencia de protección por parte del Estado.
- 2) Hay, por parte de los empresarios, una actitud muy clara hacia el papel que juega la competencia tecnológica en el mantenimiento de ese ritmo de crecimiento.
- 3) La industria electrónica de capital nacional es todavía pequeña y a pesar que algunas de ellas trabajan áreas similares, hasta hace poco tiempo no se había desarrollado una competencia por los mercados internos que sea digna de destacar.
- 4) Por otra parte, la competencia con los productos importados es muy intensa en precios, calidad, servicio, etc.
- 5) Los empresarios mantienen contactos regulares entre ellos y conocen muy bien el resto de las instituciones relacionadas directamente con

el área, como es el caso de los centros de investigación y de formación de recursos humanos.

El Sistema Científico y Tecnológico

En cuanto al estímulo, impulso y colaboración que pudiera recibir la industria de los centros de investigación y docencia del Estado, es necesario señalar lo siguiente: no existe en Venezuela un grupo de empresas cuyos nexos con el mundo académico sean más estrechos y directos que los de la electrónica. Prácticamente todos los empresarios, directivos e ingenieros han ejercido funciones de docencia, investigación o provienen directamente de las universidades y mantienen nexos estrechos con esas instituciones: son profesores, tutores de tesis, etc. Sin embargo, a decir de los propios empresarios, las posibilidades de acciones conjuntas entre las empresas y las universidades y otros centros de investigación son muy limitadas. Ellos señalan que lo lento y complicado de los procesos de toma de decisiones de las universidades e instituciones públicas promotoras de la ciencia y tecnología, se contradice en grado importante con el funcionamiento normal de una empresa en competencia.

El caso de la Fundación Instituto de Ingeniería y la Fundación para el Desarrollo y Asesoría en Tecnología, en cierta medida lo demuestran. En ambos casos, estas instituciones surgen como respues-

ta a las dificultades del IVIC y del Instituto Universitario Tecnológico de la Región Capital, respectivamente, para desarrollar sus relaciones con el sector industrial. En el caso de las universidades nacionales, éstas han estado explorando distintas modalidades de organización que les permita actuar más efectivamente en la prestación de asesorías y asistencia técnica a la industria.

Las vías de colaboración más eficientes por ahora, parecen ser las que se derivan del hecho que los directivos o ingenieros en la industria a menudo son al mismo tiempo profesores o tutores de tesis. Esta doble condición ha determinado un mecanismo eficiente de captación de recursos humanos de las universidades y de orientación de los tesisistas en el desarrollo de temas que son de real interés para la industria.

La Opinión Pública

Es obvio que no existe todavía clara conciencia sobre el impacto económico, social y político de las nuevas tecnologías electrónicas ni sobre las posibilidades que se le presentan a Venezuela de incorporarse con éxito a los desarrollos en este campo. Los criterios comunes son: o una visión apologética del futuro, fundamentalmente orientada por películas y literatura de ciencia ficción, o un profundo escepticismo y actitud negativa acerca de las posibilidades de desarrollo para Ve

nezuela. Contrariamente a lo sucedido en los países desarrollados, en Venezuela los medios de comunicación de masas han hecho muy poco esfuerzo por tratar seriamente el tema.

Obviamente, no existe un enfoque nacional al respecto y la difusión de algunos aspectos del problema se ha hecho usando material fílmico y de otra naturaleza desarrollados en EEUU o Europa. Mientras que, para la gran mayoría de los venezolanos, es casi completamente desconocida la actividad que ha venido desplegando la industria nacional y los centros de investigación y docencia en el área. Tampoco se tiene conciencia del potencial de recursos humanos que poseemos y que permanece ampliamente sub-utilizado, sobre este último aspecto nos referimos a continuación.

Potencial de Recursos Humanos

Aún cuando en el próximo capítulo tratamos el tema en profundidad, hay algunos aspectos que quisiéramos señalar.

Un elemento muy resaltante, desde el punto de vista del conocimiento, de las aplicaciones de la electrónica es el referente al carácter interdisciplinario de los desarrollos que en esta área se pueden adelantar. La microelectrónica, como máximo estadio de avance en la trayectoria tecnológica de la electricidad y la electrónica, es punto

de la mayoría del sector incluyendo a FONOLAB. Nos referimos a M.C.M. Electrónica que surgió como una empresa de diseño y desarrollo de productos en el área de la telefonía. Se empezó con el desarrollo de una central pequeña, hecha por profesionales que poseían conocimientos en electrónica pero muy pocos en telefonía propiamente dicha. Se diseñaron varios equipos y hubo un proceso muy acelerado de aprendizaje; sin embargo, se generaron muchas ineficiencias, especialmente como consecuencia de "aprender sobre la marcha" prácticamente todo en este campo. M.C.M. fue la gran escuela de la telefonía en Venezuela, particularmente en el diseño de centrales digitales. Pero la empresa fracasó como consecuencia de no prestarle atención a otros aspectos del negocio que no fueran el diseño; se descuidaron las áreas de producción, mantenimiento, control de calidad, administración, la parte comercial, etc. La proporción de ingenieros en funciones de desarrollo y en producción en algún momento llegó a ser de trece a uno respectivamente. Los promotores de la empresa, sensibilizados por los problemas del insuficiente desarrollo tecnológico y de la excesiva e injustificada dependencia 2/ del suministro de tecnologías extranjeras, intentaron hacer desarrollos de productos y procesos, incluido el diseño de sus propios equipos de producción. La resultante, como dijimos antes, fue la dispersión y en la mayoría de los casos un conjunto de productos desarrollados por ellos que, si bien eran técnicamente buenos, desde el punto de vista de la calidad, las posibilidades de producción en serie, el mantenimiento y sus costos, no eran competitivos.

La lección de M.C.M. fue aprendida a cabalidad por Microtel que se funda en 1977 con capital totalmente venezolano y cuyo propósito es "investigar, desarrollar y mercadear componentes y productos en el ramo de la electrónica de bienes de capital".^{3/} Sus principales productos los encontramos en el campo de la telefonía, control industrial y fabricación de circuitos impresos. En el logro de sus objetivos la empresa es ampliamente exitosa, lo que se expresa en un crecimiento mantenido de sus ventas, operaciones y nómina de personal. Sus ventas han pasado de 1.5 millones de bolívares en 1978 a un estimado de más de 30 millones de bolívares en 1983, mientras que su personal ha pasado de 6 empleados cuando fue fundada en 1977, a más de 70 personas a mediados de 1983. En cuanto al financiamiento de sus operaciones, al igual que el resto del sector, ha provenido mayormente de los aportes de los socios y de préstamos convencionales de la banca privada nacional e internacional y es sólo en 1982 cuando obtienen un crédito "blando" de CORPOINDUSTRIA destinado a la construcción y equipamiento de una planta de circuitos impresos.

La estrategia tecnológica de la empresa, como dijimos anteriormente, es una continuación de la iniciada por M.C.M., es decir, concentrarse en el diseño propio y fabricación completamente nacional. El punto de apoyo para el éxito comercial hasta ahora ha sido CANTV, quien es su principal cliente. No obstante, los elementos sobre los cuales se ha apoyado Microtel para ganar la competencia por este cliente no han sido, exclusivamente, un sistema de cuidado de las relaciones

con la CANTV y la condición de empresa nacional con tecnología propia, sino un esfuerzo responsable por mantener niveles de calidad y precios competitivos. El esfuerzo tecnológico es muy importante: más del 50 % del total de ingenieros contratados se dedican exclusivamente a tareas de investigación y desarrollo de productos y en cuanto al uso de insumos electrónicos han mantenido un esfuerzo por estar "al día" en el uso de los más avanzados componentes. El valor agregado nacional en sus productos está alrededor de un 75 % y un 80 % del precio total de venta.

B) FONOLAB refleja la otra estrategia que nos interesa destacar y nos hemos referido en forma general a ella en la introducción del trabajo. Sus orígenes también se encuentran en M.C.M., pues sus fundadores formaban parte de aquella experiencia, pero ellos asimilaron la enseñanza en forma distinta y diseñaron una estrategia diferente. Sus puntos de partida son: una negociación inteligente de tecnología con una empresa de alta calidad de fabricación extranjera y un plan a largo plazo de transferencia de esa tecnología.

El plan está concebido en tres etapas: primero, la introducción del producto extranjero en el mercado nacional y desarrollo de alguna capacidad tecnológica nacional sobre la base de mantenimiento y programación de los equipos. Segundo, ensamblaje nacional con integración creciente de valor agregado nacional y dominio amplio de la tecnología. Y, tercero, dicho con sus propias palabras, "...control total y económicamente justificable de algunos de dichos productos, incluyendo su manejo comercial para áreas geográficas nacionales o extranacionales apropiadas!"^{14/}

El desarrollo de esta estrategia ha estado acompañada de un es fuerzo tecnológico dirigido a copar "nichos" en el mercado nacional de equipos especializados de telefonía como el que narramos al principio en Pequiven y los equipos telefónicos necesarios para operar las llama das "mesas de dinero" en algunas instituciones financieras. Estos desarrollos propios han sido factor fundamental en la implantación de la estrategia, especialmente para crear el ambiente propicio de capacidad tecnológica y económica para lograr una eficiente transferencia de tecnología. Simultáneamente han hecho desarrollos de productos de mayor consumo como Bloqueadores Telefónicos Computarizados, Interfases de Señalización, Cónsolas Gerenciales Inteligentes, y otros. Estos productos se han comercializado, no sólo en el mercado interno, sino en el internacional y con ese objetivo en mente se han hecho todos los desarrollos.

Otro aspecto que quisiéramos destacar, es el referente a la ac titud de los directivos de la empresa ante los problemas del desarrollo y cambio tecnológico y en relación al proceso de crear e impulsar una industria nacional. Creemos que esa actitud, declarada y además llevada a la práctica se resume bien con sus palabras: "Debemos ser competitivos. Ni el país ni los usuarios deben subsidiar o soportar nuestra incapacidad o ineficiencia en el supuesto negado de que ésta ocurriera."5/

Por último, examinemos brevemente la organización de Fonolab,

destacando en ella la modalidad de acciones que le permite enfrentar el reto tecnológico de innovar.

La empresa está organizada en los siguientes departamentos: Nuevos Productos, Investigación y Desarrollo, Ingeniería de Campo, Producción y, finalmente, Departamento de Control de Calidad y Documentación.

El Departamento de Nuevos Productos se encarga de buscar, como su nombre lo indica, los nuevos productos o, con los existentes, generar modificaciones. Las adaptaciones constituyen una actividad importante del departamento, pues en la filosofía de la empresa está el considerar sus equipos como flexibles. Es decir, desde una configuración básica, entienden las adaptaciones como consecuencia natural de los problemas que les son planteados por la demanda. Esta actividad ha sido febril especialmente por las exigencias provenientes de las empresas petroleras. El Departamento se encarga de recoger toda la información y distribuirla entre los distintos departamentos. Es una especie de gran sensor de las condiciones de la demanda en cuanto al aspecto tecnológico se refiere.

Investigación y Desarrollo se encarga del proceso de innovación con "productos grandes", aquellos que demandan cambios importantes o la generación de uno completamente nuevo. Por ejemplo, ahora están trabajando en una central rural para la CANTV, en una troncal R-2;

también en una interfase de equipos combinados para venderla en Francia; en un combinado grande que llega hasta 16 extensiones internas y en otros equipos. Estos son proyectos largos cuyo lapso de desarrollo se prevee para un año o más. En este departamento se inicia la idea, se discute la factibilidad económica y técnica, se generan todos los anteproyectos de estudios de mercado, consecución de componentes y se arranca con el proyecto. En esta fase, los ingenieros de Desarrollo, ven la forma más eficiente de implantar la idea; se estudió dentro de los componentes disponibles en el mercado, cuáles son los más accesibles y de éstos, cuáles tienen varios fabricantes y quién ofrece los mejores precios. En el laboratorio del departamento se hacen las pruebas selectivas de partes del proyecto, es decir, se ensayan ciertos componentes. Después que se han hecho las pruebas totales del equipo diseñado se genera el arte para el circuito impreso que es fabricado por otra empresa nacional, Circuitel.6/

Al regresar el circuito impreso, el ingeniero de diseño ensambla los prototipos y los prueba. Con el prototipo ya funcionando hay una reunión entre los departamentos y se expone el proyecto en su primera versión.

En cuanto a la función principal de Control de Calidad, en esta fase, es supervisar o chequear que todas las especificaciones estén dentro de las normas internacionales, de tal forma que si la idea ini-

cial ha sido un producto para Venezuela, sea posible venderla también en cualquier otra parte sin modificaciones. Básicamente, el departamento de Control de Calidad verifica que eso sea cumplido.

La opinión del Departamento de Producción es muy importante, pues generalmente para el ensamblaje de las tarjetas hay técnicas que en determinados casos favorecen más que otras. Además dan comentarios acerca de los componentes: si son fáciles de probar, si se pueden conseguir, etc.

Después de pasar esta parte gruesa del proyecto se hacen las modificaciones y se prepara una producción piloto. Su cantidad depende principalmente del tipo de producto, por ejemplo: con un producto cuyos estudios de mercado indican la necesidad de 500 por mes, se hace una producción piloto de 20. En esta se rastrea el rechazo de producción, las dificultades de ensamblado, la calidad, etc. Finalmente Ingeniería de Campo se encarga de la instalación y manejo. Luego cada departamento da sus comentarios y sugerencias y regresa de nuevo al nivel de desarrollo, hasta que se perfecciona y queda como producto listo.

En Fonolab se le da mucha importancia a la parte terminal de la empresa, a Ingeniería de Campo, que está en contacto más directo con la demanda. Este departamento instala, da mantenimiento y otros

servicios rutinarios y preventivos, pero además en este departamento es donde se hacen las "aplicaciones" o proyectos específicos para determinados clientes que, como dijimos, es un aspecto central de la estrategia de competencia de Fonolab.

Es difícil establecer con absoluta claridad cuál será el resultado definitivo en la aplicación y desarrollo de estas dos distintas estrategias, obviamente no es posible adivinar el desenlace final. No obstante, es nuestro criterio que de las dos estrategias la que aparenta ser más sólida es la de Fonolab, ceteris paribus. Microtel tiene dificultades serias por vencer, especialmente en lo relacionado con su dependencia casi exclusiva del mercado de CANTV y en general de las compras del gobierno. Sus directivos están conscientes de este problema y han iniciado acciones tendientes a subsanar esta situación. Las acciones han estado encaminadas a introducirse en el mercado privado de centrales telefónicas, en ese camino tienen que encontrarse con Fonolab que ya tiene un nombre establecido y un prestigio hecho. Ese enfrentamiento en el mercado será esclarecedor y terminará diciendo mucho sobre las bondades o debilidades de cada estrategia.

N O T A S

- 1/ Ver: A. Pirela (1984b): "Crisis de la Imitación, Imitación de la Crisis".
- 2/ Cuando usamos la palabra "dependencia" lo hacemos a título meramente descriptivo.
- 3/ Ver: Microtel (1983), pg. 1.
- 4/ Ver: Fonolab (1983), pg. 2.
- 5/ Ibidem, pg. 3.
- 6/ La empresa Circuitel forma parte del Grupo Microtel.

ANEXO: INSTITUCIONES QUE CONFORMAN EL AREA (Total Instituciones Identificadas)

EMPRESAS	CENTROS DE INVESTIGACION DEPENDIENTES DEL ESTADO	FUNDACIONES	PUBLICACIONES	ASOCIACION DE INDUSTRIALES
A.E.T.I. C.A.	C.E.T. CANTV *	FUNDACION INSTITUTO DE INGENIERIA *	T.E.C. (Revista) Tecnología, Eléc trica y de Computación	CAFADAE (Cámara de Fabricantes de Artículos Electrónicos).
AVTEK ELECTRONICA C.A.	DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES, U.L.A.	FUNDACION PARA EL DESARROLLO Y ASE- SORIA EN TELECOMU TECNOLOGIA *		
COLIMODIO C.A.				
DISTELCA	INSTITUTO UNIVERSITARIO TECNOLOGICO			
E.D.C.	CUMANA *			
E.Y.T. (Electrónica y Telecomunicaciones C.A.)	INSTITUTO UNIVERSITARIO TECNOLOGICO R.C. * LABORATORIO "C", U.S.B.*			
FONOLAB *	LABORATORIO "D", U.S.B.*			
GENERAL ELECTRIC	DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA FAC. DE INGENIERIA, U.C.V.			
INGEDIGIT *				
INTERBA	DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA Y COMUNICACIONES UNIVERSIDAD DE CARABOBO			
LAXER				
L.R.C. DE VENEZUELA	DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA			
MAPLATEX	UNIVERSIDAD DE ORIENTE (UDO)			
MICROTEL ELECTRONICA S.A.	DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y AUTOMATICA			
PHILLIPS	FACULTAD DE INGENIERIA. UNIVERSIDAD DE CARABOBO			
REGINA, G.T.				
SOVICA	LABORATORIO DE INSTRUMENTA- CION CIENTIFICA			
TECNIHELCA	FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS U.L.A.			
TELENORMA				
VOLTEX C.A.				
KAPSEL DE VENEZUELA C.A.				

* Instituciones entrevistadas durante la realización de este estudio.

FUENTE: Elaboración propia.

B I B L I O G R A F I A

- FILDES, Robert (ed.) (1977): Forecasting and Planning; edited by Robert Fildes and Doug Wood. Manchester Business School, Manchester.
- FONOLAB, C.A. (1983): Presentación, Caracas, (Documento).
- FREEMAN, Christopher. The luxury of despair: a reply to Robert Heilbroner's Human Prospect. in: Jones, Ralph (ed), Readings from Futures: a collection of articles from the Journal Futures, 1974-80. Guildford: Westbury House, 1981.
- GENOVA, Miguel (1980): "Política y programa para la industria de la Electricidad y Electrónica en Venezuela", mimeo, CENDES.
- GIORDANI C., Jorge A.; GINER, Antonio y GENOVA, Miguel (1976): "Dos estudios sobre las telecomunicaciones y electrónica en Venezuela", mi meo, CENDES.
- GUSTAFSSON, Hans (1980): "The Lund Monitor on Technological Trends and Challenges to the Third World - The case of Microelectronics and Biotechnology", a Project Synopsis, Research Policy Institute, University of Lund, Lunds.
- JACOBSSON, Sataffan (1982). Microelectrónica en América Latina, mimeo, CEPAL, Buenos Aires.
- LALL, Sanjaya (1975): "Is 'Dependence' a Useful Concept in Analysing Underdevelopment?", World Development, Vol. 3.
- (1979): "The International Allocation of Research Activity by Multinationals", Oxford Bulletin of Economics and Statistics, Special Issue: "The Multinational Corporation", Vol. 41, N° 4.
- LA PLACA, Peter J. y FRANK, Newton (1980). "Marketing Strategies for a Tough Environment", American Marketing Association, Proceeding, Series N° 45.
- MICROTEL ELECTRONICA, S.A. (1983): "Premio Nacional de Desarrollo Tecnológico", Caracas, (documento).
- MINISTERIO DE FOMENTO (1983): "Empresas Nacionales de Electrónica Profesional con Tecnología Propia", Dirección de Desarrollo Tecnológico, Caracas (documento).
- ONUDI, (1979): "Information Sources on the Electronics Industry", UNIDO, N° 32.

- PIRELA, Arnaldo (1981): "Recent Development in the Economics of Technological Change: A Case Study of Venezuela", M. Sc. Tesis; University of Manchester, Inglaterra.
- (1984a): "La Ingeniería Eléctrica y Electrónica: Disciplina en la Trayectoria del Cambio Tecnológico - Un Estudio de Caso sobre Venezuela", en Vessuri, H.: Ciencia Académica en la Venezuela Moderna. Historia Reciente y Perspectiva. Fondo Editorial Acta Científica. Caracas
- (1984b): "Crisis de la Imitación, Imitación de la Crisis", en Tierra Firme, Revista de Ciencias Sociales, N° 7. Caracas.
- RADA, Juan (1980): The Impact of Micro-electronics, International Labour Office, Geneva.
- RENGIFO, Rafael (1983): "Ciencia y Política en Venezuela: del Espejismo al Simulacro", mimeo, CENDES. Ponencia presentada en el Simposio Internacional "Política Científica Tecnológica en América Latina", Guanajuato, 1982.
- RODRIGUEZ ORTIZ, Raúl (1982): "Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico en Electrónica", CONICIT, Caracas (Documento).
- ROTHWELL, Roy (1981): "Government Innovation Policy: Some Past Problems and Recent Trends", editado en Technological and Industrial Policy in China and Europe, Universidad de Lund.
- SAEDI, C.A. Oficina Técnica (1978): "Diagnóstico de la Industria Venezolana de Bienes de Capital y Recomendación de los Lineamientos Básicos para el Fomento de dicha Industria", Consejo Nacional de Desarrollo Regional (CORDIPLAN), CORPOZULIA, Caracas.
- SUAREZ, R. (1983): "Experiencias de las Empresas Venezolanas de Electrónica con Tecnología Propia", Caracas (Documento).
- UNITED STATES (1981): Office of Technology Assessment and Forecast. Patent profiles - Microelectronics I. Washington D.C.: USGPO.

CAPITULO 2

RECURSOS HUMANOS: PERFIL Y POTENCIAL

La "Revolución Microelectrónica" se ha hecho presente en la vida económica, social y política del venezolano y no ha esperado por los estudios prospectivos de impacto ni por las medidas oficiales que gerencien la transferencia de esa tecnología. El conocimiento de la electrónica ha participado activamente en el proceso formal de enseñanza de las ingenierías y específicamente de la ingeniería eléctrica y electrónica en nuestros institutos de educación superior. Es por ello que hoy se plantea la necesidad de evaluar los términos en que ese conocimiento ha sido adquirido por nuestros ingenieros y las capacidades y potencialidades que han desarrollado.

En este sentido, esta parte del trabajo tiene como objetivos: a) identificar el proceso histórico de enseñanza de la ingeniería eléctrica y electrónica en los institutos de educación superior venezolanos y compararlo con el proceso cumplido en los países industrializados más avanzados, especialmente Estados Unidos e Inglaterra. El análisis comparativo con la formación de tecnólogos electrónicos en esos países es importante, pues los desarrollos en ellos son clave para entender los procesos locales y determinan la dinámica general de la microelectrónica y sus aplicaciones; b) cuantificar los recursos humanos que hasta el presente se han formado en las disciplinas directamente vinculadas al conocimiento de la electrónica

y sus aplicaciones, a saber: eléctrica, electrónica, computación, sistemas, informática, comunicaciones y otras, y definir sus tendencias de crecimiento. Incorporado al trabajo está un conjunto de cifras que hablan de la capacidad de recursos humanos en este campo, presentado en base a matrícula estudiantil y egresados del sistema nacional de educación superior. Con la intención de dar una visión más completa de la masa de recursos humanos directamente involucrada en el área, incluimos también los datos de computación, informática, análisis de sistemas y otras especialidades todas a nivel superior. No fue posible incorporar los datos de estudiantes y egresados venezolanos en el exterior ni información de estudios de postgrado; c) evaluar la calidad y características del perfil de egresados y profesional de los ingenieros eléctricos y electrónicos venezolanos y sus determinantes históricas fundamentales.

El presente capítulo no pretende agotar el tema sino por el contrario contribuir al inicio de una discusión y completar de alguna manera el diagnóstico sobre la industria nacional y sus perspectivas.

Un Marco Histórico Conceptual

La electrónica no solamente está conectada etimológicamente a la palabra electricidad, sino que en su conocimiento y en su desarrollo como tecnología forma parte de una línea casi "natural" de evolución que se da como consecuencia del avance en la comprensión de los fenómenos básicos

de la electricidad y del magnetismo. El resultado del desarrollo de ese conocimiento ha permitido la creación y constantes mejoras de los componentes eléctricos y la difusión cada vez más acentuada de equipos y aplicaciones de la electrónica prácticamente en todos los aspectos de la actividad humana.

Esta tendencia o natural trajectory, como la llaman R. Nelson y S. Winter (1977), recibe su carta de ciudadanía o mayoría de edad, y con ello su independencia, durante la segunda guerra mundial y en los años inmediatamente precedentes. A partir de esos momentos avanza definitivamente el conocimiento especializado de la electrónica hasta convertirse en el eje tecnológico del presente proceso histórico.

En cuanto a las disciplinas objeto de nuestra atención tenemos que, a partir de 1870, en los Estados Unidos podemos identificar claramente una tendencia lenta pero mantenida en favor de una enseñanza de las ingenierías basada en principios científicos y en el uso del método experimental en las investigaciones. Esto es válido para todas las ramas de la ingeniería civil, minería y mecánica; pero es particularmente acentuado para eléctrica en donde la instrucción es antes que todo un producto científico (Kirby, 1956; Whinnery, 1965). Los desarrollos de la electricidad y su difusión más amplia coinciden con la ruptura, en las universidades, del mito de la acientificidad de los ingenieros. En consecuencia, la enseñanza de la ingeniería eléctrica se inicia en las universidades y dentro del marco de principios científicos.

Es bueno señalar que este proceso es distinto e inverso al de

las otras ingenierías que, si bien se incorporan también a las universidades dentro del marco de disciplinas científicas, cuando lo hacen ya eran disciplinas bien establecidas pero de tipo técnico. Los primeros cursos de ingeniería eléctrica en cambio, son en su mayoría de carácter universitario y se inician durante la década de los ochenta del siglo pasado en centros universitarios tales como Cornell y M.I.T. Este hecho es de singular importancia y merece destacarse pues para aquel momento estas dos instituciones son muy distintas desde el punto de vista del prestigio y del presupuesto de que disponen. Mientras Cornell estaba entre las más grandes y afamadas universidades norteamericanas, el M.I.T. es, hasta las primeras décadas del siglo veinte, apenas el Boston Tech, con un presupuesto unas diez veces inferior al de Cornell 1/. El M.I.T. estuvo también entre las primeras instituciones de educación superior que desarrollaron investigación aplicada y una de las áreas especialización fue precisamente la física aplicada al conocimiento del fenómeno de la electricidad. Posteriormente el conocimiento de la electricidad empieza a ser impartido a nivel de institutos técnicos además en las universidades. La enseñanza de la ingeniería eléctrica evoluciona, pues, de lo científico hacia lo técnico, proceso éste que, como dijimos antes, tiene características distintas a la gran mayoría de las otras ingenierías.

Otras características de este proceso inicial de enseñanza de la ingeniería eléctrica en USA es su estrecha conexión con la industria, la cual desde los inicios asumió plenamente la responsabilidad por el entrenamiento práctico de los estudiantes mientras en las universidades adqui-

rían las bases científicas del conocimiento. La industria eléctrica fue la más empedernida defensora de un cambio en la estructura curricular de los colegios de ingeniería en EE.UU. que permitiera una estrecha relación de las universidades con la industria y por lo tanto una enseñanza más acorde con las necesidades de esta última. Las demandas de la industria eran claras en cuanto a los curricular. Exigía que éstos fueran definidos por los empleadores de los ingenieros y no por los profesores y las universidades.

Estas demandas de la industria coinciden con la posición de profesores y directivos de algunas universidades, el M.I.T. entre ellas, que habían iniciado la práctica de obtener recursos por la vía de investigación aplicadas financiadas por la industria. En este sentido es la industria eléctrica la pionera en la promoción de un ingeniero formado para cubrir las necesidades actuales de las science-based corporations. Complementariamente, es bueno señalar el papel que en esa discusión jugaron los propios ingenieros de la especialidad, quienes desde la creación de SPEE (Society for the Promotion of Engineering Education), como parte de las resoluciones del Congreso Mundial de Ingeniería en Chicago (1883), desarrollaron una intensa actividad en favor de estos postulados. Los ingenieros eléctricos hicieron de la cooperación entre la industria y las universidades la primera misión de SPEE y fueron actores fundamentales en ese proceso de interacción entre universidad e industria.

Al otro lado del Atlántico, en 1871, en plena "era victoriana",

se fundaba en la Universidad inglesa de Cambridge la primera cátedra de física experimental y se construía el Cavendish Laboratory que marcó durante el siglo XX toda una tendencia de desarrollo de la enseñanza y la investigación en física aplicada. Es decir, al igual que en EE.UU. la adquisición formal de conocimientos en electricidad se inició en el área de la física. La misma modalidad adoptó la educación en este campo en Alemania, Japón y otros países. En todos ellos el desarrollo de la industria también es el factor fundamental para el surgimiento de la enseñanza institucionalizada en universidades y en todos ellos la industria participa activamente e influencia el proceso educativo. Es un proceso claro de imbricación entre ciencia e industria.

En Inglaterra, la temprana actividad de la industria eléctrica impulsó la creación de "The Institution of Electrical Engineers" (IEE) en 1871, mientras que "The American Institute of Electrical Engineers" (AIEE) se fundaría en 1884.

En cuanto a la separación en dos disciplinas distintas, ingeniería eléctrica e ingeniería electrónica, esto no ocurrió fácilmente. Tanto en los Estados Unidos como en Inglaterra se ha considerado por mucho tiempo que una formación básica en los fundamentos científicos de la electricidad es necesaria para ambas carreras y que para su entrada en las respectivas industrias los estudiantes deberían tener formación especializada en las distintas aplicaciones. Muchas universidades ofrecen, pues, educación en ingeniería eléctrica basada en teoría eléctrica y una considerable base en

matemática, física y química para después otorgar la especialización en electrónica u otra, a nivel de postgrado o en las industrias. La separación formal en dos y más disciplinas especializadas ha ocurrido, más recientemente, pero sin que la discusión llegara a un punto claro de consenso acerca del momento más oportuno en que se debe ofrecer la especialización. De hecho un número muy importante de universidades jamás ha completado una separación de los estudios a nivel de pregrado. Hoy de nuevo se discute en EE.UU. e Inglaterra la conveniencia de formar un ingeniero con una base científica fuerte y un espectro de posibilidades de acción muy amplio, para, a nivel de postgrado, dar la definitiva formación en electrónica, potencia, generación de energía, sistemas, computación, comunicaciones, control, y muchas otras áreas y sub-áreas que demandan conocimiento especializado.

Un aspecto importante a entender cuando revisamos el proceso de enseñanza de esta disciplina es el carácter muy dinámico de la tecnología electrónica. En consecuencia, curricula, perfiles de egresados, contenido de los programas, objetivos de la enseñanza y tantos otros temas están sujetos constantemente a revisión y cambios en muchos casos tan dramáticos, como violentos y constantes son las transformaciones y el desarrollo en la tecnología con la que están trabajando.

Desde el punto de vista del avance tecnológico en este campo es interesante ver cómo el conocimiento, sus aplicaciones y su enseñanza evo

lucionan aceleradamente hasta convertirse en el centro y eje del desarrollo tecnológico del presente.

En 1897 J.J. Thompson demostró el efecto de unas partículas cargadas negativamente, los electrones. Esto llevó al trabajo de G. Marconi en Italia, Lee De Forest en EE.UU. y otros que sentaron las bases de la futura disciplina de la ingeniería electrónica.

El avance en el diseño de sistemas de suministro de energía fue muy intenso a lo largo de los años veinte de este siglo. Se iniciaron la radiofusión y las transmisiones de alta frecuencia. El conocimiento de los ingenieros se extendió hasta desentrañar los misterios de los tubos en vacío y el desarrollo de la televisión que fue comercializada después de la Segunda Guerra Mundial. Mientras tanto, en el campo de los procesos productivos se inició la gran escalada de los incrementos de productividad vía la elevación continua de los niveles de mecanización y automatización.

Precisamente durante este período de entreguerras se desarrolla más ampliamente el proceso de "cientifización" de la ingeniería y profesionalización de las actividades de Investigación y Desarrollo. En esos años se afianza un perfil del ingeniero como científico, hecho que marca los currícula y la imagen y objetivos de la ingeniería en general pero, sobre todo, se estampa sobre las nuevas especialidades: eléctrica y electrónica. En lo sucesivo tal perfil sería "exportado" a los países subdesarrollados

bajo la forma de "enseñanza paquete" en el momento de la escalada de penetración de las firmas multinacionales.2/

Durante la guerra el trabajo de los ingenieros electrónicos se desarrolló en forma aún más intensa; el radar y la radio de micro onda, el sonar y el rayo infrarrojo son sólo algunos de los éxitos alcanzados por los ingenieros electrónicos en estrecha colaboración con objetivos de tipo militar. La postguerra trajo consigo el desarrollo del computador electrónico digital que revive el viejo código telegráfico de señales on-off y sienta las bases de la moderna revolución de la informática.

Finalmente, el último gran salto, la miniaturización de los componentes y de sus costos que dio origen a la llamada "revolución microelectrónica" y con ello al más intenso proceso de difusión de la tecnología.

En los Estados Unidos las organizaciones encargadas de llevar adelante estas investigaciones han sido las universidades y los laboratorios industriales y de desarrollo. El empleo de equipos de ingenieros trabajando en laboratorios muy bien equipados ha sido la base de estos desarrollos que ya no fueron consecuencia de la dedicación de inventores individuales.

No obstante, es pertinente hacer una digresión con relación a este último aspecto. Con el avance de la microelectrónica y su ingerencia en todos los aspectos de la producción, la política y la vida cotidiana,

surgió la necesidad de tecnólogos capacitados en el desarrollo de un in finito número de aplicaciones de la electrónica. La demanda mundial de estos tecnólogos está claramente insatisfecha pues todos los recursos formados no son suficientes para abastecer las necesidades de personas que puedan diseñar productos y procesos bajo control de, o en base a, la tecnología electrónica. Las posibilidades de la electrónica están, pues, más limitadas por la imaginación de los especialistas en este cam po y por la capacidad física y temporal de su trabajo que por la propia tecnología. La evidencia de ello la vemos en la literatura divulgativa y otras publicaciones más especializadas que han reportado en los últimos años el "boom" de las empresas de electrónica. Por lo general estas empresas son producto del ímpetu innovativo y empresarial, en el sen tido shumpetariano, que ha provocado ser factor clave del éxito económi co y comercial en la industria electrónica. No obstante, insistimos, es to se refiere a aplicaciones de la electrónica y no a innovaciones en la base del conocimiento científico-técnológico, donde el éxito es hijo de grandes inversiones y equipos de investigación y desarrollo con un fuer te apoyo en ciencias básicas.;

Acerca del proceso cumplido en Venezuela, a los efectos de una ubicación de la ingeniería eléctrica y electrónica en el contexto histó rico de la enseñanza general de la ingeniería, creemos que hay al menos un par de trabajos que recogen ese proceso.3/ En consecuencia, nos remitimos a ellos y sólo presentaremos una cronología de los hechos más resaltantes en el proceso de creación, consolidación y desarrollo de los estudios de ingeniería en Venezuela. Esto sin considerar el período co lonial.

- 1827.- Primera cátedra de matemáticas en la Universidad de Caracas.
- 1831.- Creación de la Academia de Matemática en Caracas.
- 1833.- Primera promoción de Agrimensores.
- 1837.- Primera promoción de seis años de la Academia de Matemáticas. (Agrimensores).
- 1861.- Creación del Colegio de Ingenieros.
- 1867.- La "Escuela de Ingenieros" de Maracaibo fue elevada a la categoría de Instituto Nacional y queda como dependencia de la Academia de Matemáticas de Caracas. (No hay más datos; ver Arcila F.; Pág. 328).
- 1872.- Se elimina la Academia de Matemáticas como institución separada y se traslada a la Universidad de Caracas.
- 1892.- Se crea la Universidad de Carabobo con una Facultad de Ingeniería.
- 1893.- Creación de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Caracas.
- 1895.- Diversificación de los estudios de ingeniería con la creación de las ramas de Civil, Militar, Agronomía y Arquitectura, todas como parte de la Facultad de Ciencias Exactas que se crea en ese mismo año en la Universidad de Caracas.
- 1912.- La Facultad de Ciencias Exactas se convierte en Facultad de Matemáticas y Físicas de la Universidad de Caracas.
- 1932.- Se funda la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Mérida.
- 1941.- Se realiza en Caracas el Primer Congreso de Ingenieros de Venezuela.
- 1944.- Inicio de la Reforma: se diversifican los estudios de ingeniería en la Universidad Central de Venezuela la con la creación de varias especialidades.

- 1946.- La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la UCV se divide en tres Escuelas: Ingeniería, Arquitectura y Ciencias.
- 1946.- Inicia sus funciones la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia en Maracaibo.
- 1948.- Se crea la carrera de Ingeniería Eléctrica en la U.C.V.
- 1953.- Se establece la denominación de Facultad de Ingeniería en la U.C.V.
- 1956.- La Facultad de Ingeniería de la U.C.V. queda compuesta por las Escuelas de Industrial, Civil y Geología, Minas y Metalurgia.
- 1962.- Se crea la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. por transformación del antiguo Departamento de Ingeniería Eléctrica.
- 1963/65.- Se crean nuevas Escuelas de Ingeniería Eléctrica en las Universidades de Oriente y Zulia.
- 1964.- Se inicia en la U.C.V. la aplicación del programa VEN-3 de las Naciones Unidas para los estudios de Ingeniería.
- 1970.- Se crean las carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica en la Universidad Simón Bolívar; también se crea Ingeniería Electrónica en el Instituto Universitario Politécnico de Barquisimeto y posteriormente en la Universidad de Oriente.

Brevemente quisiéramos presentar un aspecto que amerita ser resaltado como punto final de este marco histórico. Se trata de la velocidad con la que los desarrollos en el campo de las comunicaciones y otras tecnologías electrónicas se han incorporado en Venezuela. Morse inventó el telégrafo en 1837 y en Venezuela se instaló en la década de 1950. En cuanto al teléfono, inventado por Bell en 1876, los tres primeros apa-

ratos se instalaron en Caracas durante el año 1883, en calidad de demostración y para interconectar la Casa Amarilla, la Universidad y una casa de comercio en Puente Hierro que representaba los intereses de la Intercontinental Telephone Company de New Jersey, EEUU. La computación también se introduce rápidamente en Venezuela, pues en 1953 la Creole Petroleum, Co. instaló el primero de estos equipos en Latinoamérica, apenas 3 años después que el gobierno norteamericano adquirió la UNIVAC para procesar el Censo Nacional. Por otra parte, es bien conocido el hecho que el mercado venezolano está acostumbrado a recibir muy rápidamente los productos electrónicos de consumo masivo que se introducen en Estados Unidos o Europa.

Estos hechos obviamente hablan de la base social, económica y cultural sobre la que se asienta la enseñanza de la ingeniería eléctrica y electrónica en Venezuela, al análisis de la cual nos abocaremos de inmediato.

Enseñanza de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica en Venezuela

El proceso de conformación de un sistema formal de enseñanza de las ingenierías en los países desarrollados evolucionó de lo técnico a lo científico, en la medida que el conocimiento avanzaba y demandaba de rigurosidad para el desarrollo de sus aplicaciones. Pero en el caso de las especialidades de eléctrica y electrónica el proceso es distinto, como dijimos al principio, pues son un producto de las universi-

dades u otros institutos de enseñanza con basamento y tradición académica-científica.

En el caso venezolano, que se incorpora tardíamente al sistema científico y técnico mundial y que no participa de su creación, orientación y desarrollo, todas las especialidades de la ingeniería, excluyendo solamente una parte de la construcción civil, son un producto científico y posteriormente evolucionan hacia el conocimiento técnico.

Los estudios universitarios formales de ingeniería eléctrica en Venezuela se iniciaron en el año lectivo 1947-48, cuando los países industrializados estaban en pleno proceso de desarrollo de los transistores, unos sesenta años después de los primeros cursos en Cornell y el M.I.T. La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Central de Venezuela es la sede de los primeros cursos. Las gestiones que permitieron el inicio de estos estudios, provinieron de una acción combinada del Ing. David J. Morales, quien para aquel entonces era Director de la Sección de Energía Eléctrica del Ministerio de Fomento, conjuntamente con el Ministerio de Fomento Dr. Juan Pablo Pérez Alfonzo, quien acogió la idea del Ing. Morales y sugirió al rector de la U.C.V. Dr. Santiago Vera Izquierdo "... la conveniencia de iniciar cuanto antes la especialización de ingeniería eléctrica en la Universidad Central de Venezuela 4/. El Dr. Pérez Alfonzo insistió en repetidas oportunidades ante el rector; en una de esas comunicaciones señala: "Existe en la actualidad una gran demanda de ingenieros eléctricos para atender la elaboración de los proyectos de electrificación de Venezuela" y agrega, "... Para atender esta demanda el Despacho ha te

nido que contratar los servicios de técnicos extranjeros residentes en la República, o recién llegados a ella, e inclusive ha llegado hasta solicitar directamente su venida al país. No se escapará a Ud. ...", dice Pérez Alfonzo, "...que en igualdad de condiciones preferiríamos personal venezolano técnicamente calificado" 5/.

Como consecuencia de estas gestiones y como había, por parte de las autoridades universitarias, una tendencia hacia la diversificación de los estudios de ingeniería, a fines de agosto de 1947 se resolvió elaborar un primer plan para los estudios de ingeniería eléctrica. Una comisión de la propia Facultad, encabezada por su decano el Dr. Hipólito Kwiers Rodríguez y con la colaboración de los Ing.s. David J. Morales y Arnaldo Pacanins, preparó el plan cuya aplicación se inició con los estudiantes del quinto semestre de ingeniería, en septiembre de ese mismo año.

El nuevo plan de estudio tenía mucho en común con el de ingeniería civil y a juicio de algunos, se podría adaptar tanto para estudios de ingeniería eléctrica como de ingeniería mecánica. En consecuencia, se resolvió eliminar la especialización que existía hasta ese momento, que era ingeniería industrial, y así iniciar en su lugar las dos opciones de ingeniería eléctrica e ingeniería mecánica, a las que posteriormente se agregaría ingeniería química.

En 1950 se otorgaron los primeros títulos de ingenieros electricista y en 1962 se transforma el Departamento de Ingeniería Eléctrica en

Escuela de Ingeniería Eléctrica, dependiente de la Facultad de Ingeniería que había adoptado ese nombre en 1953.

Como se observa en la cronología, posteriormente se crean distintas Escuelas de Ingeniería Eléctrica o se inician estudios de esta especialidad en otras universidades. Pero sobre todo se pone de manifiesto una tendencia muy marcada al incremento de la matrícula en esta especialidad. En 1963 se inscriben 400 estudiantes en el primer año de ingeniería eléctrica de la U.C.V. y de acuerdo con datos de la preinscripción, estos representan aproximadamente el 50% del total de alumnos nuevos en primer año de la Escuela. El total de egresados en la especialidad, hasta ese año de 1963, alcanza a 103 ingenieros electricistas.

En 1970 se crean los estudios de ingeniería eléctrica e ingeniería electrónica en la Universidad Simón Bolívar y en 1972 el Instituto Politécnico de Barquisimeto prolonga los estudios de los tecnólogos electrónicos en un año más y otorga el año siguiente el primer título de ingeniero electrónico en Venezuela. Ambas instituciones implantan programas de estudio de ingeniería eléctrica y en la búsqueda de niveles mayores de especialización, resuelven crear la carrera de ingeniería electrónica en forma separada.

Entre 1969 y 1972 la Universidad Simón Bolívar se nutre con varios grupos importantes de profesores que abandonan la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. en medio de la convulsión creada durante el proceso de Renovación Académica. En 1970, en la de la U.S.B., la decisión de

crear la especialidad en electrónica fue fundamentada en una revisión de los programas de estudio de ingeniería eléctrica de las universidades nacionales que concluyó argumentando la conveniencia de tal separación. No obstante, como veremos más adelante, esa división no se expresó en los curricula, pues no hemos encontrado sustanciales diferencias entre los planes de estudio de ingeniería eléctrica de la U.C.V. y los de eléctrica y electrónica de U.S.B.

Uno de los aspectos más discutidos durante la Renovación en la Facultad de Ingeniería de la U.C.V. fue el carácter "generalista" que debían tener los estudios y específicamente, la necesidad de incorporar en los curricula materias relacionadas con el conocimiento de las ciencias sociales, tales como: economía política, sociología, administración. Esta discusión se polarizó entre los partidarios de la Renovación y el grupo de profesores que se fueron a la U.S.B., ambos grupos en aparente contradicción ante la proposición de incluir materias de las ciencias sociales. Sin embargo, tanto el pensum con que se inician los estudios de ingeniería eléctrica y electrónica en la U.S.B., como el pensum transitorio de la Renovación en la U.C.V. incorporan, en proporciones muy similares, materias con contenidos de las ciencias sociales y humanísticas.

- Análisis Curricular:

Dos aspectos nos interesa examinar en los pensum: 1) las tendencias hacia la especialización; 2) la introducción en los pensum de los a

vances tecnológicos más recientes, expresada en este caso en términos de la incorporación de la electrónica y sus aplicaciones en comunicaciones, control, computación y otros.

Es interesante notar que desde el primer pensum con que se abren los estudios de ingeniería eléctrica en Venezuela (1948) encontramos ya incorporados los estudios de electrónica. Entre tercero y cuarto año de la carrera se veían tres electrónicas con sus respectivos laboratorios con carácter de materias obligatorias. Obviamente en ese primer pensum se pone mucho énfasis en la formación en los nuevos campos de aplicación del conocimiento de la electricidad. Posteriormente ese criterio varía en función de darle más peso a potencia eléctrica y, para 1950, Electrónica desaparece del pensum como materia obligatoria y se incorpora como electiva junto con materias tales como Televisión, Radio-transmisión y Comunicaciones Eléctricas.

Para el año lectivo 1950-51, se añadió un período más a todas las especializaciones de ingeniería, para completar un plan con un total de cuatro y medio años de estudio, y posteriormente se extendió hasta cinco años.

- La Evolución de los Pensum:

Para 1954 se introducen de nuevo en el pensum Electrónica Fundamental y Electrónica Aplicada como materias obligatorias a nivel de cuarto y quinto año, y dentro de las electivas figura Elementos de Servomecanismos.

PRIMER PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERIA ELECTRICA EN VENEZUELA. (U.C.V. 1948)

6/

PRIMER AÑO

Primer Período

Algebra Superior
Química General I
Física General I
Dibujo General
Higiene y Saneamiento
Inglés I
Trabajo Manual

Segundo Período

Geometría Analítica
Química General II
Física General II
Geometría Descriptiva
Geología General I
Inglés II

SEGUNDO AÑO

Cálculo Infinitesimal I
Física General III
Dibujo Técnico
Topografía I
Derecho
Principios de Economía
Elementos de Contabilidad

Cálculo Infinitesimal II
Mecánica Racional
Estática Gráfica
Topografía II
Dibujo Topográfico
Economía para Ingenieros
Primeros Auxilios

TERCER AÑO

Circuitos Electrónicos y Magnéticos
Termodinámica
Hidráulica
Resistencia de Materiales I
Materiales de Construcción

Campos Eléctricos y Magnéticos
Corriente Alterna I
Electrónica I
Máquinas de Corriente Directa
Laboratorio de Medidas (D.C.)
Problemas de Ingeniería

CUARTO AÑO

Corriente Alterna II
Electrónica II
Aplicaciones Industriales de la Electricidad
Laboratorio de Máquinas I
Laboratorio de Electrónica II

Máquina de Corriente Alterna
Transmisión y Distribución
Electiva Profesional
Legislación Eléctrica
Laboratorio de Máquinas II
Laboratorio de Electrónica III

Los Primeros Profesores de la Especialización fueron los siguientes:
Años: 1947-1948

Asignatura

Circuitos Eléctricos y Magnéticos
Corriente Alterna I
Campos Eléctricos y Magnéticos
Máquinas de Corriente Directa
Problemas de Ingeniería Eléctrica
Electrónica I
Laboratorios

Profesor

Teófilo González Molina
David J. Morales
Teófilo González Molina
Melchor Centeno Vallenilla
Edmond Benedetti
Teófilo González Molina
F. López del Rey y V. Koval

En el año lectivo 1958-59 figura Electrónica a nivel de tercero y cuarto año y Servomecanismos pasa a ser obligatoria. Encontramos que entre las electivas están Electrónica III y IV, Técnicas de Impulsos, Telecontrol, Electroquímica y Calculadores Eléctronicos³. En un pensum de transición que se aplica a algunos estudiantes ese mismo año, se incorporan como electivas, Servomecanismos I y Servomecanismos II.

En 1959-60 se da impulso a la parte de Comunicaciones, pues se incorporan a nivel de cuarto y quinto año varias materias directamente relacionadas con esta especialidad. Sin embargo, esto no dura mucho pues en 1963 se reduce el peso específico de Comunicaciones, esto en cuanto al número de materias obligatorias 7/.

Entre 1963 y 1967 se va estructurando lentamente un pensum que define un poco más claramente tres especializaciones: Potencia, Electrónica y Comunicaciones. La base de esta configuración son las materias electivas que para noveno y décimo semestre acaparan casi todo el tiempo de los estudiantes. Tienen que tomar cuatro electivas en cada uno de los dos períodos para completar 24 unidades crédito de un total de 136 en toda la carrera.

En este mismo período 1969-70, en la UCV, se reduce el peso de las electivas pero es de hacer notar la introducción a nivel del octavo semestre, de una materia que define claramente un nivel de mayor especialización; nos referimos a Electrónica y Control con cinco unidades crédito

tos en la carrera. En este año se introducen un conjunto de materias - que intentan una formación integral del ingeniero, especialmente en lo referente a conocimiento de las ciencias sociales.

En 1975 se implanta un pensum que explícitamente define tres opciones de especialización: Potencia, Comunicaciones y Electrónica y Control. Cada una de estas opciones tiene materias propias de la especialidad y materias electivas de otros departamentos. En la presentación del pensum al Consejo de la Facultad el Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica señala: "...al finalizar el octavo período al estudiante que por ejemplo seguirá la opción Potencia, se le deben haber impartido todos los conocimientos fundamentales en Electrónica, Control y Comunicaciones, que servirán de base en su formación integral como ingeniero electricista 8/

-El Ingeniero "generalista":

Esta última frase recoge fielmente lo que ha sido la filosofía de la enseñanza de las ingenierías eléctrica y electrónica en Venezuela. Esta es la de formar ingenieros "generalistas" que puedan fácilmente incorporarse a cualquier función en el campo de trabajo. A pesar de la presión por mayores niveles de especialización la marcha ha sido muy lenta, encontrando en cada caso el enfrentamiento de quienes han participado de la idea del ingeniero no especializado. Estos últimos, además, han sido siempre la mayoría y han marcado el rumbo y ritmo de la marcha de los pensa y

con ellos, la definición del perfil del egresado en términos de ingenieros "generalistas".

Es bueno recordar también, que este planteamiento de un ingeniero con amplio espectro de acción tiene además una base de sustentación importante en el carácter extremadamente dinámico de este campo del conocimiento. Los desarrollos tecnológicos en estos 35 años han demandado de la disciplina y de su enseñanza un piso muy flexible donde construirse. Ese dinamismo tecnológico ha sido el motor de muchos de los cambios en la enseñanza.

En cuanto a las demás universidades y otros institutos de educación superior, podemos señalar que ha privado el mismo criterio "generalista" y explícitamente se ha presentado en la definición teórica del perfil de egresados y en las justificaciones de los pensa.

El caso de la Universidad Simón Bolívar podría parecer distinto, pues allí, como dijimos antes, desde 1970 se crearon los estudios de ingeniería electrónica que apuntaron desde el comienzo a un mayor nivel de especialización, sobre todo, si se toma en cuenta que también imparten la especialidad en ingeniería eléctrica. Sin embargo, la intención ha sido también la de formar ingenieros que puedan adaptarse fácilmente al mercado de trabajo venezolano, el cual no exige niveles apreciables de especialización. Por otra parte el campo de conocimiento de lo que hoy se llama electrónica se ha expandido de tal manera que ya no es tan fácil hablar de la

electrónica como una especialidad, pues los niveles de complejidad del conocimiento han elevado el punto en donde se empieza a calificar a los especialistas como tales.

Hoy no se puede afirmar que un ingeniero electrónico a nivel de pre-grado es un especialista, pues hay en la electrónica muchos campos de conocimiento acotados y que exigen una formación y experiencia definida para poder actuar en ellos. Es el caso, por ejemplo, de ingenieros electrónicos especialistas en campos tales como computación, biomedicina, telemetría, comunicaciones, estado sólido y muchas otras áreas.

En cuanto a los pensa de la USB, comparados con los de la UCV, podemos observar fundamentales similitudes en cuanto al tipo de materias y su nivel de ubicación en el plan de estudio. Las diferencias son más marcadas en la denominación de las materias que en el área de conocimiento. También encontramos diferencias en la estructura de los años lectivos: en el caso de la UCV están divididos en semestres y en la USB en cuatrimestres. Sin embargo, creemos que es posible identificar en la formación de los ingenieros electrónicos egresados de la USB un nivel de capacitación más desarrollado en cuanto al diseño de equipos electrónicos. Esta es la opinión generalizada en la industria y otras instituciones empleadoras. Se ha se ñalado también que los ingenieros de la UCV están mejor preparados para asumir tareas de gerencia y de coordinación de grupos de trabajo o de investigación y desarrollo.

- Cuantificación del Sector:

Desde el mismo momento de la creación de los estudios de Ingeniería Eléctrica en la U.C.V. esta disciplina ha estado sometida a la fuerte presión de la demanda estudiantil. Ya señalamos como ejemplo que para 1963 se registró una inscripción en el primer año de 400 nuevos estudiantes.

Este fenómeno ha determinado la proliferación de los estudios de ingeniería eléctrica y electrónica en distintas Universidades y más recientemente en Institutos Politécnicos e Institutos Universitarios Tecnológicos. Las estadísticas del sector universitario con las que contamos se refieren tan sólo al período 1970-1981.

En estos años el promedio del crecimiento interanual ha sido aproximadamente de 25%, con un promedio general de cerca de 4000 estudiantes matriculados en cada año lectivo, esto para las carreras largas que conducen al título de ingeniero. Para el caso de los Institutos Universitarios Tecnológicos y Colegios Universitarios, donde se imparten esta especialidad como carrera corta de unos seis períodos semestrales, el promedio del crecimiento interanual ha sido del 27% en los últimos cuatro años.

En la actualidad un total de once instituciones universitarias imparten enseñanza en ingeniería eléctrica con un período de duración de los estudios de cuatro o cinco años. Cinco instituciones más lo hacen en

estudios que conducen al título de técnicos superiores en aproximadamente tres años. La matrícula total en estos diez años para la especialidad de eléctrica alcanzaba la cifra de 41.702 estudiantes matriculados.

En el caso de la electrónica sólo contamos con datos a partir de 1975 para algunos institutos. La especialidad se imparte como disciplina especializada en la Universidad Simón Bolívar, Universidad de Oriente y en el Instituto Universitario Politécnico de las Fuerzas Armadas Nacionales. El crecimiento interanual de la matrícula es mucho más bajo que para eléctrica, alcanzando sólo el 9% como promedio en los años de 1977 a 1981. Además hay cinco instituciones que a nivel medio-superior entrenan técnicos en electrónica. El crecimiento de la matrícula en estos últimos años es similar al de los cursos de cinco años. El total de la matrícula en esta especialidad en los últimos ocho años la estimamos en unos 15.000 estudiantes registrados en los distintos institutos.

Como anunciamos al inicio del trabajo, y a los efectos de una visión más integral del potencial de recursos humanos que en esta área del conocimiento poseemos, queremos incorporar los datos correspondientes a los estudios de computación, informática e ingeniería de sistemas que se imparten en distintos institutos de educación superior 9/. A nivel de licenciatura el promedio de estudiantes matriculados es de unos 3.000 por año en los últimos 14 períodos lectivos. Mientras que a nivel de técnicos superiores, encontramos un promedio, para los últimos 10 años, de cerca de 2.100 estudiantes cada año. El promedio del crecimiento interanual de

la matrícula es, en este grupo, levemente inferior al de eléctrica, alcanzando aproximadamente el 22%. En estos momentos siete instituciones dan grado equivalente a licenciatura y ocho dan títulos variados en la especialidad, todos a nivel de técnicos superiores. En conclusión, una visión más total del sector de enseñanza superior de la ingeniería eléctrica, electrónica, sistemas, computación y otras carreras afines o auxiliares directas, nos dan una idea interesante del volumen de personas involucradas directamente en los estudios de este campo del conocimiento dentro del sistema nacional de educación superior. Nuestras estimaciones son cerca de 133.000 matrículas estudiantiles registradas en este sector durante los últimos trece años, con un crecimiento interanual promedio del orden del 23,3%.

En cuanto al rendimiento estudiantil, presentado en términos del número de egresados y su relación con la matrícula, hay varios aspectos a considerar:

1.- En la totalidad del sector (eléctrica, electrónica e informática) encontramos que si tomamos los datos de los últimos nueve años, de la información disponible (1970-81) el promedio del crecimiento interanual de los egresados es de cerca del 35%. Pero si tomamos el promedio de los últimos cuatro años el incremento es tan sólo del 12% anual, mientras que la matrícula es más regular en su crecimiento (como dijimos, cerca del 23,3% para todo el período). La relación dispar de crecimiento mayor de la matrícula con relación al número de egresados en los últimos años es a nuestro entender una llamada de alerta a profesores, autoridades universitarias y demás

dirigentes de la educación superior, para de alguna manera adelantar acciones correctivas, si así se considera necesario 10/

2.- En lo referente a sistemas, computación e informática el índice de crecimiento en el número de egresados se mantiene muy regular y con aumentos constantes. El promedio del crecimiento interanual del número de egresados en los últimos años es del 35%. Estos datos son muy distintos en eléctrica y electrónica donde el crecimiento está prácticamente estancado, sobre todo en los últimos años, en que no ha aumentado el número de egresados por promoción.

3.- Nuestras estimaciones sobre el número total de egresados durante los últimos trece años es el siguiente: electrónica: 1573 (solo los últimos nueve años); eléctrica: 3065; y computación, sistemas e informática: 2502. El total de egresados del sector aquí definido es de alrededor de 7140 personas de los cuales aproximadamente unos 5100 son egresados de las llamadas carreras "largas" o de origen universitario y politécnico, que otorgan títulos de licenciados e ingenieros.

Otro aspecto importante a analizar tiene que ver con el impacto social de una masa de personas calificadas en este campo, especialmente por la magnitud estimada de esa masa de recursos humanos. Una de nuestras hipótesis de trabajo para futuras investigaciones, está precisamente relacionada con este hecho. Se trata del carácter innovador y la actitud abierta al cambio que pudieran tener personas que de una u otra manera resuelven

hacer de esta área del conocimiento su instrumento de acción profesional ante la sociedad.

La cifra de 133.000 matrículas necesita una evaluación exhaustiva a la luz del rendimiento estudiantil y la permanencia promedio el verdadero potencial humano con el que cuenta Venezuela en este campo. La importancia de ese análisis, que no forma parte de esta etapa de la investigación, es por demás evidente a los fines de su evaluación con intención prospectiva y obviamente para efectos de planificación.

Factores que han ejercido influencia sobre la enseñanza de estas disciplinas

En Estados Unidos y otros países desarrollados encontramos una industria de equipos eléctricos y electrónicos que han sido factor claramente determinante en la modelación de la enseñanza. Su influencia en el proceso educativo fue explícitamente solicitada y formalmente instrumentada por los sectores industriales. En Venezuela, por el contrario, esta influencia no se expresa ni directa ni formalmente.

Podemos afirmar que desde el punto de vista formal la industria no ha tenido ningún tipo de participación en el diseño del perfil de egresados, estructura de curricula y pensa. Por el contrario cuando las universidades han solicitado que la industria defina algunos criterios a ser considerados en la planificación de la enseñanza y formalice mecanismos ins

titucionales de comunicación, sólo se ha logrado una participación marginal y no permanente. No se conoce ningún documento o evento especial promovido por la industria con la intención de conquistar algún grado de influencia sobre la educación de los ingenieros eléctricos y electrónicos en Venezuela. Poco ha provenido formalmente de la industria privada nacional, de las industrias básicas nacionalizadas o de las multinacionales, salvo los programas generales de pasantías que adelanta FUNDEI.

Por el contrario, han sido las universidades las que han intentado obtener información de las empresas acerca de los requisitos y exigencias de determinadas habilidades. Las universidades han buscado que las empresas acepten pasantes y han intentado establecer relaciones permanentes con la industria por la vía de la organización de seminarios, conferencias, etc. Inclusive algunas universidades han preparado estudios de demanda en el mercado de trabajo que les permitan definir sus perfiles de egresados.

Sin embargo, los mecanismos informales de comunicación entre la industria y las escuelas de ingeniería eléctrica y electrónica han sido muy intensos y se podrían calificar de bastante eficientes. Las relaciones y comunicación se expresan por la vía de profesores que al mismo tiempo son empresarios o empleados importantes de la industria y el comercio de equipos eléctricos y electrónicos. La mayor parte de las materias electivas, que son las que de una manera u otra marcan la especialización del

egresado, son impartidas por profesores que trabajan fuera de la universidad.

En cuanto a la llamada industria de electrónica profesional venezolana es importante señalar lo siguiente: a) no existe en Venezuela un grupo de empresas cuyos nexos con el mundo académico sean más estrechos y activos que los de esta industria. Como señalamos en el primer capítulo, prácticamente todos los empresarios y directivos provienen o están todavía involucrados en funciones de docencia e investigación y mantienen nexos directos con esas instituciones: son profesores, tutores de tesis, asesores de proyectos de investigación e inclusive pertenecen a cuerpos directivos de las universidades.

Sin embargo las posibilidades de colaboración formal entre la industria y la universidad hasta ahora han sido muy difíciles. A decir de los propios empresarios, las posibilidades de acciones conjuntas entre la industria, las universidades y otros centros de investigación del Estado son muy limitadas. Ellos han venido reclamando de las universidades y otros centros de investigación y promoción de la ciencia y la tecnología, lo lento y complicado de sus procesos de toma de decisiones, que se hacen incompatibles con el dinamismo que se exige en una empresa privada, especialmente en este campo.^{11/} No obstante, la doble condición de los empresarios-docentes universitarios ha determinado mecanismos muy eficientes de captación de recursos humanos en las universidades y ha permitido orientar a tesis y otros trabajos de investigación hacia temas que son de interés para la industria.

Es importante señalar que la mayoría de los empresarios del sec

tor comulgan con la idea de un ingeniero "generalista" que adquiriera sus destrezas y especialización a nivel de la práctica en la industria. Esta industria se ha visto favorecida también por una tendencia paralela a ese criterio "generalista", según el cual se hace mucho énfasis en la ingeniería de diseño. Este perfil es aún más acentuado en el caso de los egresados de la Universidad Simón Bolívar.

Es importante considerar además a las importadoras y/o vendedoras de equipos eléctricos y electrónicos, -la mayoría de las cuales son corporaciones multinacionales o sus representantes- tanto desde el punto de vista de su demanda de ingenieros como de las destrezas que desarrollan en el personal que contratan. Obviamente, esas destrezas se refieren, desde el punto de vista técnico, a mantenimiento y detección de fallas. Pero es bueno aclarar que el mayor número de los ingenieros contratados por esas empresas pasan a formar parte del staff de vendedores, para de allí integrarse como ejecutivos y administradores y en esa dirección desarrollar sus habilidades apartándose de los aspectos propiamente técnicos de la electrónica.

Otro factor importante a tomar en cuenta es el Estado. Ya dijimos que el inicio de la enseñanza de la ingeniería eléctrica en las universidades fue una respuesta a las solicitudes del, para entonces Ministro, de Fomento Dr. Pérez Alfonzo. Junto con esas peticiones el Ministerio de Fomento envió a la Universidad una propuesta de pensum provisional y posteriormente personal del Ministerio participó en la elaboración del primer

Una característica importante de anotar se refiere al tipo de ingeniero que demandan estos organismos oficiales y el tipo de especialidad que adquieren los egresados en el ejercicio profesional. Las demandas son de ingenieros "generalistas" y las funciones que comúnmente desempeñan están en dos campos: por una parte, ingenieros de mantenimiento y detección de fallas de los equipos que en su mayoría son importados y, por la otra, funciones gerenciales y de administración de proyectos. Otra actividad importante es la de asesoría para la adquisición de equipos y evaluación de proyectos. En este sentido es muy frecuente que una parte del entrenamiento que reciben los recién egresados sea en pasantías y cursos en el extranjero, fundamentalmente en las casas proveedoras de los equipos que estos organismos o empresas del Estado adquieren.

Otros elementos que se manifiestan en la caracterización del perfil del egresado son: el primero, la necesidad de formar personal docente y de investigación para las mismas universidades u otros centros de enseñanza. Es muy frecuente encontrar planes dirigidos a la formación de docentes y un mecanismo muy eficiente son las llamadas preparatorias que no solamente cubren una parte de las necesidades de personal docente, sino que van formando a los futuros profesores.

Tal vez el ejemplo más claro de ese esquema se refiere a los Institutos Universitarios Tecnológicos especialmente al de la Región Central. Este fue el primer instituto de este género que se creó en

Venezuela y es producto de una cooperación directa con Francia comenzando sus funciones en 1971. En ese entonces la gran mayoría de los profesores eran franceses y casi todos los equipos se trajeron de allá. La idea era crear un instituto que formara técnicos superiores universitarios. Desde el comienzo funcionaron dos departamentos: electricidad y química, y ligados a estos se creó un programa de formación profesional que permitía a ingenieros venezolanos ir a especializarse en Francia. El objetivo era preparar gente para ser profesores que luego fueran sustituyendo a los franceses. Posteriormente, con los primeros egresados se enviaron también a los mejores estudiantes. Hoy en día cuenta con treinta y cinco profesores, casi todos venezolanos, de los cuales treinta son técnicos superiores egresados del mismo Instituto. El deseo y la necesidad de formar profesores llegó a tal punto que en un momento se fundó un departamento de Física cuyo principal objetivo era calificar un equipo de profesores en esta especialidad.

Es importante señalar asimismo que estos institutos tienen como objetivos declarados la formación de técnicos superiores en mantenimiento. Sin embargo, la experiencia y una tendencia casi natural de sus profesores y estudiantes han orientado los trabajos de grado hacia el diseño de equipos.

Un segundo elemento del perfil de egresado tiene que ver, en el caso de la UCV, con las necesidades de apoyo tecnológico para investigaciones que se hacen en otras facultades distintas a ingeniería. Es notorio

ria la cantidad de trabajos de grado, tesis, seminarios y trabajos de as
censo que se refieren al diseño de equipos biomédicos, la mayoría de los
casos en proyectos conjuntos de investigación con las facultades de Medici
cina, Odontología, Ciencias y con el Hospital Universitario.

A Modo de Conclusión

Tres son los aspectos que quisiéramos destacar como conclusiones
preliminares del presente capítulo.

- 1.- La enseñanza de la ingeniería eléctrica y electrónica en Venezuela,
aunque separada en el tiempo por cerca de sesenta años, posee características
similares y su evolución se asemeja a estas mismas disciplinas
en los Estados Unidos y otros países industrializados. El
origen y evolución es marcadamente científico y han construido valores
similares en cuanto al grado de especialización necesario, el
papel de la base científica del conocimiento, y los criterios de
construcción de las llamadas "Ciencias de la Ingeniería". Estos criterios
y orientación se corresponden con los objetivos de la empresa
moderna de base científica y está definitivamente en línea con sus
necesidades.
- 2.- En cuanto al perfil del profesional de la ingeniería eléctrica y electrónica
podemos señalar lo siguiente: A) El perfil de egresado de la

universidad es el de un ingeniero "generalista" con fuertes habilidades para el diseño y capaz de adaptarse a cualquier trabajo dentro del campo, pues su formación básica es ante todo de carácter científico y con una visión panorámica de varios campos de especialización; B) El perfil definitivo de profesional egresado de la educación superior lo ha venido obteniendo en la práctica y en cursos de especialización fuera del país. Ese perfil profesional tiene las siguientes características generales: primero, ingenieros de mantenimiento, consecuencia de las características de las principales fuentes de empleo, a saber: instituciones del Estado encargadas de desarrollar programas de electrificación y comunicación vía la utilización de equipos importados. También, por su ubicación en empresas importadoras de equipos eléctricos y electrónicos que, desde el punto de vista técnico, están interesadas en un cierto nivel de mantenimiento de sus equipos dentro del país. Segundo, como gerentes y administradores de proyectos en instituciones del Estado y en empresas privadas vendedoras de equipos o encargadas de la preparación y ejecución de proyectos. Una actividad muy importante y, por ende, una habilidad que desarrollan es la de asistencia técnica en la compra de equipos. Tercero, como docentes e investigadores con fuerte tendencia academicista. Cuarto, más recientemente como ingenieros de diseño en electrónica, fundamentalmente como consecuencia del surgimiento, crecimiento y éxito de una industria electrónica profesional que en los últimos años ha sido fuente muy importante de oferta de empleo y entrenamiento de ingenieros en este campo.

3.- Durante estos treinta y cinco años, desde que se dieron los primeros cursos universitarios de esta especialidad, han recibido enseñanza parcial o han egresado con formación y título una masa muy importante de hombres y mujeres que representan un recurso invaluable para el desarrollo del país. Corresponde ahora al Estado y al capital dar uso adecuado a esos recursos. El nivel de calificación básico que han obtenido es comparable en mucho al de cualquier ingeniero formado en este mismo campo en cualquier parte del mundo; sin embargo su utilización y potenciación están muy por debajo de lo que en otros países es usual por la industria y el Estado.

A título de ejemplo, quisiera presentar una cita textual que claramente habla de la importancia presente y futura de los recursos humanos que poseemos en este campo. Se refiere al Japón y dice: "Si consideramos una típica fábrica de maquinarias y herramientas encontramos que en el pasado todo el personal de producción era de obreros mecánicos. Sin embargo, ahora éstos son apenas el 20 % mientras que el restante 80 % son obreros electricistas o electrónicos."13/

ANEXO ESTADISTICO

EGRESADOS

INSTIT	70-71	71-72	72-73	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81
UDO							6	2	10	8	2
USB					23	54	65	83	104	79	69
IUPB							23	17	23	22	13
IUPFAN									22	18	23
TOT-1A	0	0	0	0	23	54	94	102	159	127	107
IUTAIRA							23	8	30	17	24
CBSB											
IUNP										5	
IUTC							12	10	10	14	17
IUTRC							18	37	36	33	44
TOT-1B	0	0	0	0	0	0	53	55	76	69	85
1A+1B	0	0	0	0	23	54	147	157	235	196	192
UCV	8	19	164		80	62	47	47	47	27	20
ULA	29	42	80		60	70	43	64	51	41	47
LUZ											8
UC	22	58	109		77	35	88	106	44	50	45
UDO	15	12	10		12	13	27	17	20	16	27
USB					7	6	22	29	86	55	55
UM					25		29	42	9	11	8
URU							0	0	0	0	0
IUPB							9	12	15	16	13
IUPEG							0		2	5	6
IUPFAN									22	18	23
TOT-2A	74	131	363	0	261	186	265	317	296	239	252
IUTC							17	15	9	12	12
IUTLV											
IUTV											
CUNIC										6	7
CBSB											
TOT-2B	0	0	0	0	0	0	17	15	9	18	19
2A+2B	74	131	363	0	261	186	282	332	305	257	271
UCV	54	9	17			12	13	27	36	71	106
ULA					5	11	21	16	22	26	35
USB							43	37	14	58	56
UNA											
UM								5	2	21	19
IUPLCM											
UCOLA											
TOT-3A	54	9	17	0	5	23	77	85	74	176	218
IUTRC							22	23	19	23	33
IUNE							7	7	14	38	77
IUNP										6	8
CUC							12	24	61	62	48
CULTCA							16	22	9	9	21
CUFN								5	12	12	10
UCOLLA					27	14		35	27	17	26
CBSB											
TOT-3B	0	0	0	0	27	14	57	116	142	167	223
3A+3B	54	9	17	0	32	37	134	201	216	343	441
USB											
TOT-4B											
T.ELECTRO.	0	0	0	0	23	54	147	157	235	196	192
USB											
TOT-5B											
T.ELECTRI.	74	131	363	0	261	186	282	332	305	257	271
T.SIT-INF.	54	9	17	0	32	37	134	201	216	343	441
T.SECTOR	128	140	380	0	316	277	563	690	756	796	904

- 1: ELECTRONICA
 2: ELECTRICA
 3: COMPUTACION
 SISTEMAS - INFI
 A: 465 años
 B: 3 años o men

INSTITUS	70-71	71-72	72-73	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81
UDO								100	112	128	127
USB						520	536	528	597	626	609
IUPB							459	501	592	643	636
IUPFAN							110	141	144	139	210
TOT-1A	0	0	0	0	0	520	1105	1270	1445	1536	1582
UTAIRA							344	358	478	409	485
CBSB											33
IUNP							74			266	
IUTRC							150	118	188	93	146
IUTC											
TOT-1B	0	0	0	0	0	0	568	476	666	768	664
1A+1B	0	0	0	0	0	520	1673	1746	2111	2304	2246
UCV			238		430	423	454	381	328	389	456
ULA	264	581	1091	1754	382	508	478	781	233	265	887
LUZ							58	181	415	472	640
UC	929	1455	1621	1708	1690	2019	1327	1681	1729	1661	1566
UDO	62	68	79	109	121	154	194	234	229	261	253
USB		49	72	90	185	264	308	312	265	261	244
UM		63	139	164	185	188	181	195	206	278	266
URU								232	120	356	436
IUPB							251	300	333	404	415
IUPEG							70	44	44	56	73
IUPFAN		0	0	0	0	0	110	141	144	139	210
TOT-2A	1275	2216	3240	3825	2993	3556	3431	4482	4046	4542	5446
IUTC							122	115	113	125	129
IUTLV								105	128	48	86
IUTV										306	321
CUNIC							23	44	49	54	57
CBSB											
TOT-2B	0	0	0	0	0	0	145	264	290	533	593
2A+2B	1275	2216	3240	3825	2993	3556	3576	4746	4336	5075	6039
UCV	1244	1514	1703		1443	1412	2461	1588	691	2283	1657
ULA			101	162	100	280	276	417	139	174	741
USB		12	25	113	106	161	181	323	482	662	777
UNA										892	1066
UM					65	100	172	233	151	363	389
IUPLCM							201	332	367	379	469
UCOLA										168	242
TOT-3A	1244	1526	1829	275	1714	1953	3291	2893	1830	4921	5341
IUTR							80	65	111	126	125
IUNE							158	206	397	434	273
IUNP							62	172	274	416	531
CUC							312	754	556	640	683
CULTCA							266	272	425	609	656
CUFM							21	45	78	101	128
UCOLA					605	600	910	589	565	879	961
CBSB											521
TOT-3B	0	0	0	0	605	600	1809	2103	2406	3205	3878
3A+3B	1244	1526	1829	275	2319	2553	5100	4996	4236	8126	9219
USB								102	138	91	156
TOT-4B								102	138	91	156
T.ELECTRO	0	0	0	0	0	520	1673	1746	2111	2304	2246
USB									19	12	25
TOT-5B									19	12	25
T.ELECTRI	1275	2216	3240	3825	2993	3556	3576	4746	4336	5075	6039
T.SIT-INF	1244	1526	1829	275	3419	3653	5200	4996	4236	8126	9219
4B+5B	0	0	0	0	0	0	0	102	157	103	181
T.SECTOR	2519	3742	5069	4100	6412	7729	10449	11590	10840	15608	17685

FUENTE: OPSU

ELABORACION PROPIA

M A T R I C U L A

AÑO	ELECTRONICA	ELECTRICA	COMPUTACION SIST. INFT.
1971	-	1275	1244
1972	-	2216	1526
1973	-	3240	1829
1974	-	3825	275
1975	-	2993	3419
1976	520	3556	3653
1977	1673	3576	5200
1978	1746	4746	4996
1979	2111	4336	4236
1980	2304	5075	8126
1981	2246	6039	9219
*1982	2855	5950	9175
*1983	3166	6323	10082
* TOTALES	16621	53150	62980

ESTIMADO DE LA MATRICULA TOTAL DEL SECTOR HASTA 1983 132.751

* Estimados con proyecciones
 Basado en datos de la OPSU
 Elaboración propia.

E G R E S A D O S

AÑO	ELECTRONICA	ELECTRICA	COMPUTACION SIST.INFT.
1971	-	74	54
1972	-	131	9
1973	-	363	17
1974	-	-	-
1975	23	261	32
1976	54	186	37
1977	147	282	134
1978	157	332	201
1979	235	305	216
1980	196	257	343
1981	192	271	441
*1982	269	298	475
*1983	300	305	543
*TOTALES	1573	3065	2502

TOTAL DE EGRESADOS ESTIMADO PARA 1983..... 7.140

* Estimados con proyecciones
 Basados en datos de la OPSU
 Elaboración propia.

MATRICULA ELECTRONICA

AÑO	CPSU	PROYECCION
1976	520	988
1977	1673	1300
1978	1746	1611
1979	2111	1922
1980	2304	2233
1981	2246	2544
1982		2855
1983		3166

- 87 -

MATRICULA ELECTRICA

AÑO	OPSU	PROYECCION
1971	1275	1853
1972	2216	2226
1973	3240	2598
1974	3825	2971
1975	2993	3343
1976	3556	3716
1977	3576	4088
1978	4746	4460
1979	4336	4833
1980	5075	5205
1981	6039	5578
1982		5950
1983		6323

MATRICULA COMP. SIST. INFT.

AÑO	OPSU	PROYECCION
1975	3419	2830
1976	3653	3736
1977	5200	4643
1978	4996	5549
1979	4236	6456
1980	8126	7362
1981	9219	8269
1982		9175
1983		10082

MATRICULA TOTAL SECTOR

AÑO	OPSU	PROYECCION
1971	2519	1448
1972	3742	2898
1973	5069	4349
1974	4100	5799
1975	6412	7249
1976	7729	8700
1977	10449	10150
1978	11550	11601
1979	10840	13051
1980	15608	14501
1981	17685	15952
1982		17402
1983		18853

Elaboración propia

EGRESADOS ELECTRONICA

AÑO	DATOS	
	OPSU	PROYECCIO
1975	23	49
1976	54	80
1977	147	112
1978	157	143
1979	235	174
1980	196	206
1981	192	237
1982		269
1983		300

EGREDADOS ELECTRICA

AÑO	DATOS	
	OPSU	PROYECCION
1975	261	249
1976	186	256
1977	282	263
1978	332	270
1979	305	277
1980	257	284
1981	271	291
1982		298
1983		305

EGRESADOS COMPUT. SIST. INFT.

AÑO	DATOS	
	OPSU	PROYECCION
1975	32	-5
1976	37	63
1977	134	131
1978	201	200
1979	216	269
1980	343	337
1981	441	406
1982		475
1983		543

EGRESADOS TOTAL SECTOR

AÑO	DATOS	
	OPSU	PROYECCION
1975	316	293
1976	277	400
1977	563	507
1978	690	614
1979	756	721
1980	796	828
1981	904	935
1982		1042
1983		1149

Elaboracion propia.

N O T A S

- 1/ U.S. Department of the Interior, Report of the Commissioner of Education for the year ended June 30, 1914. (Washington D.C.: Government Printing Office, 1915). pp. 253 y 256. El presupuesto total de ingresos del M.I.T. en 1913-14 fue de \$ 694.000; el de Cornell \$ 6.790.000. Citado en John W. Servos, 1980, pg. 532.
- 2/ Ver: la periodización del proceso de enseñanza de la ingeniería contenido en el trabajo de I. Licha, 1984.
- 3/ Ver: Arcila Farías, 1961 e I. Licha, 1984.
- 4/ Ver: Carta del Dr. Juan Pablo Pérez Alfonso al Rector de la UCV con fecha 13 de agosto de 1947 (Nº 789-G).
- 5/ Ibidem.
- 6/ Los dos primeros años eran comunes con ingeniería civil, ingeniería industrial e ingeniería del petróleo. En consecuencia, los cursos se iniciaron en el primero período del año lectivo 1947-1948 con el tercer año de la especialización de ingeniería eléctrica, con un grupo reducido de estudiantes. Este primer plan de estudios de ingeniería eléctrica fue un plan de estudios transitorios, así como el que lo reemplazó para el año lectivo 1948-1949 ("Enseñanza de la Ingeniería Eléctrica". Informe de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UCV. Enero de 1963).
- 7/ No fue posible determinar con claridad las razones de este cambio y retroceso en el peso específico de la especialidad de comunicaciones en la carrera.

- 8/ Ver: Circular N° 3-345-171, UCV. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Raúl Arreaza, Director, 13-10-1973.

- 9/ Un estudio completo sobre la historia y otras particularidades de la enseñanza de la computación en la UCV se puede encontrar en Reyes J.F. y Sutz, J. 1984.

- 10/ Uno de los factores de esta disparidad está relacionado con la facilidad de obtener empleo antes de completar los estudios. Un trabajo que reporta ese hecho en computación es el preparado por Judith Sutz y José Francisco Reyes G., CENDES, 1984, mimeo.

- 11/ Ver: A. Pirela. CENDES, 1983, mimeo.

- 12/ Ver: en la bibliografía la referencia del documento.

- 13/ The Oriental Economist. enero de 1982.

B I B L I O G R A F I A

- ARCILA FARIAS, Eduardo (1961): Historia de la ingeniería en Venezuela. Colegio de Ingenieros de Venezuela. Caracas.
- BARNETT, William J. (1982): Implementation of a Computer Engineering Program: Some Fundamental Questions and a Curriculum. I.E.E.E. Transactions on Education. Vol. E-25, N° 1, febrero.
- BIANCHI, Aldo N. (1982): Undergraduate Communications Training in Venezuela. A ten years Experience. I.E.E.E. Transactions on Educations. Vol. E-25, N° 3, agosto.
- CNU-OPSU-INSTITUTO DE ESTUDIOS IBEROAMERICANOS, HAMBURGO (1978): Formación y ocupación de ingenieros y científicos en Venezuela. Caracas.
- DOCUMENTOS:
- (1963): La enseñanza de la ingeniería eléctrica. Informe de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UCV. enero, Caracas.
- (1965): Criterios y recomendaciones sobre planes de estudio y funcionamiento de una Escuela de Ingeniería Eléctrica. Facultad de Ingeniería UCV. octubre, Caracas.
- Circular: N° 3-345-171. UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica, 13-10-73. Raúl Arreaza, Director.
- (1970): Cómo comenzaron los estudios de Ingeniería Eléctrica en Venezuela. Melchor Centeno. Facultad de Ingeniería, UCV. Agosto.
- ERNST, Edward W. (1983): A New Role for the Undergraduate Engineering Laboratory. I.E.E.E. Transaction on Education. Vol. E-26, N° 2, mayo.
- INSTITUTO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGIA REGION CAPITAL. (1983): Jornadas de Investigación en el Departamento de Electricidad, abril.
- KIRBY, R.S. (1956): Engineering in History.
- KLOEFFLER, R.G. (1983): The Electrical Engineering Curriculum-Present-Day Problems and time Limitations. Journal Engineering Education. May.
- LEON LOPEZ, Enrique G. (1974): La ingeniería en México, Sep/Setentas.
- LICHA, Isabel (1984): La enseñanza de la ingeniería en Venezuela: Investigador? Invención? Innovación? Incluido en este volumen. N° 327. Caracas.

- MAUIS, Frederic T. (1952): History of Engineering Education. Journal of Engineering Education. December.
- NELSON, Richard R. and WINTER, Sidney C. (1977): In Search of Useful Theory of Innovation. Research Policy, N° 6. North-Holland.
- NOBLE, David F. (1977): America by Design. Oxford University Press.
- O'HAIR, Michael (1983): What is the purpose of graduate education in engineering technology. Engineering Education, May.
- PIRELA, Arnaldo (1983): Microelectrónica. Realidad y perspectiva en Venezuela. Cendes, mimeo.
- RAMBO, W.R. (1962): Some Opportunities and Problems in Graduate Electrical Engineering. Journal Engineering Education. January.
- REYES G., José Francisco y SUTZ, Judith (1984): La enseñanza de la computación en Venezuela: el caso de la UCV. Incluido en este volumen.
- SERVOS, John W. (1980): The Industrial Relations of Science: Chemical Engineering at M.I.T., 1900-1939. ISIS, Vol. 71, N° 259, diciembre.
- SUSSKING, Charles (1956): Microwave Engineering: How a New Course is Adopted. Journal of Engineering Education, June.
- THE ORIENTAL ECONOMIST (1982): Flexible Manufacturing System: Ushering in Unmanned Factories. Enero.

CAPITULO 3

UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INDUSTRIAL

Este programa en electrónica lo definimos como un instrumento para el proceso de planificación y gerencia con visión de estrategia a largo plazo en el campo combinado del desarrollo tecnológico y la industrialización. Esta definición caracteriza al instrumento en base a tres ejes teóricos: primero, Planificación, es decir, ordenamiento de la marcha hacia una situación objetivo. Segundo, la planificación no se desvincula de la Gerencia misma del plan o su ejecución. El proceso es a la vez planificación y gerencia, planificación y ejecución. Tercero, desarrolla una Estrategia de Largo Plazo porque las características del área de acción, la industria de electrónica, demandan esa visión de largo plazo.

Estos tres aspectos, planificación, gerencia y estrategia de largo plazo; persiguen dos objetivos generales, a saber: Desarrollo Tecnológico e Industrialización, es decir, planificación y gerencia estratégica en función del desarrollo tecnológico e industrial. Los primeros tres elementos están enmarcados dentro de los conceptos de planificación estratégica y los dos restantes, los ubicamos teóricamente dentro de los esquemas y conceptos de la economía de la innovación industrial y la economía del cambio tecnológico que privilegian en el desarrollo industrial, los aspectos de tipo tecnológico.

Algunos Elementos sobre el Estado del Arte en Materia de Planificación
Estratégica y Estrategias Tecnológicas.

La primera línea de orientación y soporte teórico que revisamos está relacionada con las posibles políticas del Estado dirigidas a fomentar el desarrollo tecnológico como parte del desarrollo industrial. Obviamente, partimos de un punto que considera erróneo argumentar que cualquier gobierno es intrínsecamente incapaz de producir un estímulo positivo o hacer ninguna intervención útil en la economía y sobre todo en la vida industrial. Pensamos, pues, que existe un potencial para una mayor efectividad en la acción del gobierno y creemos que esa efectividad y la calidad de las decisiones pueden ser desarrolladas y mejoradas.

Entendemos la planificación estratégica, como un proceso de construcción de una situación-objetivo, que se pretende alcanzar a través de un plan, que transforma la realidad presente o situación real, pero en donde la transformación o definición de esa situación-objetivo, incorpora los elementos que ambientan el proceso de cambio de la situación real a la futura.

El plan y el contexto forman parte de una relación dinámica desde el mismo momento que se inicia el estudio de la situación a ser transformada. "Por ello el planificador que se sitúa dentro de la rea

lidad es un luchador, no un demandante de requisitos, no tiene a nadie a quien pedirle prestado poder, apoyo o condiciones favorables. Todos sus problemas son base de partida para su plan. Para él, el poder necesario es una variable del plan y no algo exógeno que pueda solicitar."(*)

El proceso de planificación se integra de esta manera con las acciones gerenciales dirigidas a la ejecución misma del plan o acciones que hacen posible la situación-objetivo.

Breve Comentario sobre el Papel del Estado en la Definición de Estrategias Tecnológicas en los Países Desarrollados.

Un aspecto importante que surge de todas las investigaciones hechas a nivel micro y macro es la necesidad de la integración de la política tecnológica con la política económica general del Estado. Es to especialmente, en cuanto a la efectiva integración dentro de la política industrial.

Ejemplo evidente de una política industrial y tecnológica, integrada y de largo plazo es el Japón, lo mismo que Alemania, Francia, EEUU y la URSS. Estos países están hoy más que nunca tratando de adelantar y promover instrumentos eficientes de desarrollo industrial y competencia tecnológica, lucha por proveer a su industria con la compe

(*) UCV, CENDES: Carlos Matus R., noviembre de 1981.

titividad que les permita garantizar a sus respectivas naciones los "standars" de vida y desarrollo que consoliden una estabilidad social, económica y política.

En el caso de EEUU e Inglaterra, la estrategia ha sido la de crear conciencia acerca del papel de la tecnología en el proceso de desarrollo económico, traduciendo ésta en el establecimiento de metas concretas que deben ser alcanzadas a corto, mediano y largo plazo y no en el desarrollo de instrumentos especiales y/o novedosos de política. Por otra parte encontramos al Japón, Francia, Alemania Federal, que han desarrollado una política basada en la definición de estrategias a largo plazo para el desarrollo y explotación del producto de áreas industriales específicas o sectores industriales nuevos. Nos referimos a los campos de la electrónica, informática y biotecnología.

La Innovación Tecnológica y la Planificación Estratégica en las Corporaciones.

Cuando hablamos del problema tecnológico no nos referimos solamente a los aspectos estrictamente técnicos de producción sino también a los aspectos técnicos gerenciales, la planificación en la empresa y la gerencia técnica como parte integral del problema tecnológico. Por ello queremos incorporar como elemento fundamental del análisis los aspectos propiamente gerenciales y, sobre todo, el tipo de planificación estratégica que han desarrollado las grandes, medianas y pequeñas cor-

poraciones cuyo manejo se desarrolla, hoy más que nunca, en un ambiente complejo, difícil y muy competitivo.

El planteamiento más general en la literatura disponible presenta la necesidad de conjugar en la acción gerencial una preocupación por los aspectos de mercadeo; planificación estratégica; respuesta a políticas regulatorias del Estado; problemas ambientales; problemas energéticos; y la investigación y desarrollo de nuevos productos.

En cuanto a la planificación estratégica en las corporaciones nos interesa destacar cinco aspectos por ellos enunciados y que caracterizan el proceso en esas empresas.

- a) La persuasión y la concertación como instrumento del éxito. Ambos deben complementar y suplementar la lógica de los planes. No importa lo justo de la lógica que soporta el plan, si no cuenta con una concertación y conjunción de voluntades a distintos niveles, conducirá al fracaso.
- b) El uso de los recursos para la investigación y desarrollo deben hacerse más eficiente. Si los recursos son muy escasos se deben mantener los planes de investigación y desarrollo de productos muy atados a los planes de mercadeo y sus estrategias. Estos planes deben pasar por una identificación precisa de los espacios libres de mercado o "nichos". Se debe, pues, precisar muy claramente la di-

- rección que se le va a dar al uso de los recursos escasos de que se dispone.
- c) En cuanto al desarrollo de nuevos productos señalan: una vez identificada la brecha entre las series históricas extrapoladas y los resultados deseados, es el desarrollo de nuevos productos lo que puede cerrar esa brecha.
 - d) Desde el punto de vista del diagnóstico, se señala que el lugar común en todas las "autopsias" de las crisis operacionales de las grandes corporaciones y la clave del fracaso de muchas empresas pequeñas es, precisamente, la falta de habilidad en uno o más gerentes claves para entender y manejar el componente tecnológico en sus correspondientes negocios. De allí que el objetivo planteado, por una gran parte de la literatura dirigida a empresarios y gerentes, es proveerlos de guías o herramientas que le permitan la formulación de estrategias tecnológicas para sus compañías.
 - e) En cuanto a la estrecha y precisa conexión entre los aspectos tecnológicos y la estrategia, se señala que dicha relación está perfectamente definida y sólo es necesario saber si los gerentes están dispuestos a aprender a manejar esta variable.

Una instrumentalización de los planteamientos, discutidos anteriormente, nos da base para presentar, lo que a nuestro juicio es un esquema de complementariedad operativa entre el modelo y concepción de la "planificación estratégica" marcadamente académico, con los planteamien

tos de carácter eminentemente pragmáticos de las modernas corporaciones. Esa conjunción nos permite definir un modelo de acción tecnológica sencillo y de fácil aplicación para la realidad venezolana.

Para iniciar la presentación de lo que puede ser un Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico en Electrónica queremos discutir los elementos rectores del programa. A tal efecto presentamos los criterios que soportan la decisión política de adelantar el Programa, sus características específicas, de acuerdo con los elementos extraídos de la teoría y su constatación con la información empírica que se ha revelado y finalmente, los elementos de la estrategia tecnológica.

El tratamiento de estos aspectos lo haremos en dos partes:

1) Criterios Rectores del Programa; y 2) Estrategia Tecnológica para el Desarrollo del Subsector Industrial de la Electrónica en Venezuela.

Criterios Rectores del Programa

Al iniciar la exposición queremos enfatizar el carácter concertado dentro del cual han sido definidos estos criterios, los cuales no se contraponen con los elementos de la estructura económica venezolana y los objetivos y planes generales de desarrollo dentro del cual se conducen la institucionalidad nacional y los objetivos generales de la política económica, la política industrial, la política tecnológica

y los tecnólogos y empresarios en su condición de elementos integrantes del área objeto del plan.

La idea es, pues, presentar un esquema de acción de directa y fácil aplicación y que eluda, en lo posible, trabas burocráticas o legales.

A.- Criterios de Orden General:

La discusión profunda de estos criterios políticos generales no es materia de primordial debate dentro de este capítulo. Sin embargo, quisiéramos presentar una descripción sucinta de algunos de los más importantes factores que soportan la proposición de incorporarnos como actores y no solamente como "víctimas", al desarrollo científico y tecnológico en el área de la electrónica.

- a) El conjunto de elementos que a nivel internacional operan para estimular el desarrollo tecnológico de la electrónica, y el significado que para los distintos factores de poder mundial tienen estos avances. Basta señalar las cuantiosas y crecientes inversiones que en el desarrollo tecnológico de la electrónica están haciendo todos los países industrializados y los más importantes países en proceso de industrialización.
- b) Hacia Venezuela se ha producido una transferencia mayormente incontrolada de esta tecnología. Transferencia que ya se expresa en forma am

plia en casi todos los aspectos de nuestra vida política, económica y social.

- c) Los claros y contundentes nexos que los desarrollos en electrónica tienen con los aspectos de tipo militar y/o de defensa nacional. Hecho que ha quedado perfectamente evidente a la luz de los conflictos bélicos en las Malvinas y El Líbano, donde un factor clave en cada victoria militar fue precisamente el armamento electrónico y/o el uso de equipos electrónicos con fines militares. (*)
- d) El impacto que ha representado la electrónica en materia de comunicaciones y sus implicaciones no solamente civiles sino militares, así como las posibilidades que se abren a la participación de los instrumentos de difusión de tecnología e información de todo orden.
- e) El alto y creciente grado de incorporación de elementos electrónicos a los procesos de producción de nuestras industrias básicas, como el resto de la industria y sector productivo y de servicios.
- f) Los planes de desarrollo nacional que hablan de la necesidad de diversificar nuestras fuentes de ingreso.
- g) La mala experiencia que se ha ido acumulando como consecuencia del desarrollo de planes de industrialización soportado en las llamadas "Industrias maduras". (**)

(*) Ver: Business Week; "Killer Electronic Weaponery", Tippins The Balance in Military Power.

(**) Ver: A. Pirela, "Crisis de la Imitación, Imitación de la crisis", Tierra Firme, Revista de Historia y Ciencias Sociales. Caracas, julio-septiembre, 1984, Año 2, Vol. II, Nº 7, pg. 351.

- h) Las oportunidades económicas que se abren constantemente en el campo de la electrónica y que dejan al descubierto "nichos" de mercado que pueden ser aprovechados. El mercado mundial de productos, consecuencia del desarrollo de aplicaciones de la electrónica, es un mercado de evidentes excedentes de demanda. Todo el que tenga algún recurso de producción está potencialmente en capacidad de incursionarlo con éxito si logra precisar acertadamente un "nicho" y actúa administrando sus recursos para explotarlo. Las limitaciones para desarrollar aplicaciones están dadas más por la imaginación de quienes estudian sus posibilidades que por las limitaciones propias de la tecnología.
- i) Las escalas de producción en muchas líneas de la electrónica todavía son bajas y por tanto accesibles para un país como Venezuela.
- j) El dinamismo característico de esta tecnología nos sugiere que existe la posibilidad de incorporarse exitosamente a algunos campos de desarrollo especialmente en aquellos donde tenemos alguna experiencia.
- k) La propia historia del desarrollo de la industria, a nivel mundial, prueba que muchas de las "barreras" a las que se ha hecho mención comúnmente, son relativamente fáciles de sobrepasar o son bastante flexibles en el caso de las tecnologías electrónicas, p.e., patentes.
- l) Como vimos en el capítulo anterior, Venezuela cuenta con importantes recursos humanos ya desarrollados y experiencia, sobre todo en algunas aplicaciones muy importantes de la electrónica, que hablan de posibles ventajas comparativas. Ellas se expresarían por la vía del

aprovechamiento de esos recursos y experiencias:

- 1.- Egresados de universidades e institutos tecnológicos.
- 2.- Becarios graduados en el exterior.
- 3.- Centros de investigación y desarrollo.
- 4.- Empresas exitosas comercial, económica y tecnológicamente.

B.- Criterios de Orden Particular:

A nuestro entender, los elementos más importantes que permiten definir criterios políticos rectores de este programa están dados por el logro de un acertado balance entre: a) las características específicas de esta tecnología e industria a nivel mundial; b) los objetivos que como nación independiente debe alcanzar Venezuela de acuerdo a sus propios planes de desarrollo; c) las experiencias acumuladas en la implantación de planes similares en otros campos del conocimiento y producción y, por último, d) las características y cuantía de los recursos de los cuales disponemos. A tal efecto presentamos cinco criterios políticos fundamentales que creemos guardan ese delicado balance de factores a considerar y que tienen implicaciones concretas en los criterios económicos que discutiremos posteriormente.

Los cinco criterios de política particulares y no jerarquizados por orden de presentación son:

- a) Nuestra caracterización del programa, en términos de sus intenciones, que es la de insertarnos en un proceso mundial de desarrollo del conocimiento y la producción. Este proceso es de "alta tecnología", intensivo en conocimiento y perfectamente interdependiente en sí mismo con el proceso general de desarrollo económico-tecnológico. No parece posible que Venezuela pueda avanzar con una tendencia independiente de la que está en curso a nivel mundial, por lo tanto, nuestro objetivo es el de participar en el proceso en términos de desarrollar tecnologías que estén lo más avanzado posible y en las cercanías de las fronteras del conocimiento.
- b) Derivados de los mismos factores universalizadores correspondientes a este campo, entendemos los desarrollo científicos y tecnológicos que se puedan estimular, en la medida que exista una perfecta justificación económica, aún más, estrictamente comercial. En consecuencia, la etapa propiamente de desarrollo de la tecnología debe estar orientada a la producción para mercados externos y no sólo para sustituir importaciones.
- c) Derivado del criterio anterior se plantea, dentro de este programa, hacer un esfuerzo predominantemente orientado al desarrollo tecnológico particularizado. Entendido por esto el desarrollo de algunas aplicaciones de la electrónica y no así, por ahora, el de componentes básicos. (*)
- d) El trabajo del programa debe concentrarse en el estímulo a las empresas existentes y a la formación de otras nuevas.

(*) No obstante, experiencias como la del Departamento de Física de la Universidad de los Andes, desconocida por nosotros hasta hace poco tiempo, deben ser estimuladas y orientadas por programas de desarrollo específicos.

e) El quinto criterio está dado por la necesidad de estimular la formación de empresarios en el área. Entendiendo la palabra empresarios en el sentido más amplio del concepto cuyo último estadio, en su proceso de formación, es el de "capitanes de empresa". A tal efecto se plantea el estímulo a la formación de empresarios sobre la base de profesionales e investigadores académicos del campo que logren imbuir se de los dos criterios rectores fundamentales: uno, se persigue un objetivo de lucro individual; dos, que entiendan que no sólo existe un interés de lucro o beneficio personal sino que aprecien acertadamente las características estratégicas y de interés nacional o general que corresponde a este tipo de desarrollo. Deben entender las relaciones de correspondencia y mutua interdependencia que estos dos objetivos mantienen como parte de un proyecto nacional de desarrollo industrial y tecnológico.

Derivados de los criterios anteriores podemos señalar lo que, a nuestro juicio, constituye una de las piedras angulares para el desarrrollo de este programa. Esto es la orientación o estímulo a la competencia económica más amplia. El criterio se fundamenta, por una parte, en la conciencia del fracaso de políticas de fomento industrial que protegen en exceso a empresas que terminan siendo estructuralmente ineficientes. Y por la otra, la comprensión de que este es el criterio rector de la industria electrónica a nivel mundial y como tal, si pretendemos conquistar pedazos del mercado mundial, tenemos que saber que no nos será dado sino que tendremos que "capturarlo" a base de calidad, precio, servicio, etc.

La competencia tecnológica es una expresión más del concepto amplio de competencia económica que rige este mercado y como tal, exige de una estrategia tecnológica que debe ser definida. La presentación de esta estrategia tecnológica de carácter general forma parte de este capítulo, pero se necesita también una caracterización específica para cada desarrollo que esté de acuerdo con los aspectos particulares de cada producto, proceso, gerencia y las condiciones del mercado.

Por último es necesario definir en cada desarrollo, un plan a largo plazo de retornos del capital, pues solamente cuando la rentabilidad esté razonablemente garantizada, en el caso de aquellos desarrollos que no se corresponden con demandas relacionadas con la defensa nacional, es cuando debe abordarse el proceso de investigación y desarrollo.

Áreas de Oportunidad y Algunas Acciones a Desarrollar

A continuación indicaremos brevemente algunas de las áreas de acción que hemos identificado en las que existen oportunidades para incursiones, o que demandan algún apoyo del Estado.

a) Comunicaciones: Este es el campo donde mayor experiencia se ha desarrollado en Venezuela, especialmente por empresas pioneras tales como Microtel y Fonolab. También debido a la existencia de una "masa crítica" de personal calificado, de centros de investigación cuya prio-

ridad es esta línea y de muchos proyectos de distinto orden y magnitud en avance.

b) Equipos de Control: Esta área es de primordial importancia desde el punto de vista estratégico. En ella están centradas las esperanzas de mejoramiento en nuestra capacidad productiva y avances en la calidad de nuestros productos industriales. Los robots, el control cibernético de la producción, los Sistemas Flexibles de Fabricación, la total automatización de las fábricas y plantas industriales ya no son frases de ciencia ficción. En este sentido, se debe estimular las empresas nacionales que han incursionado en el campo para que sus esfuerzos sean más consistentes y ambiciosos. Debe también promoverse la investigación y desarrollo y la formación de recursos humanos, teniendo cuidado que ese apoyo forme parte del compromiso con una empresa o empresas involucradas en el proyecto.

c) Dispositivos y partes electrónicas para vehículos automotores: tenemos la posibilidad y todavía estamos a tiempo de desarrollar un programa de investigación y desarrollo que nos permita copiar las cosas que ya están siendo incorporadas en los automóviles norteamericanos, europeos y japoneses, hacer las adaptaciones necesarias a las condiciones venezolanas y posteriormente, ya completo el proceso de desarrollo, imponer regulaciones que le permitirían a esta industria nacional desarrollarse. Estaríamos logrando además el objetivo de reducir el consumo de gasolina y simultáneamente un mejor control de la polución

y un mayor nivel de seguridad en el automóvil, evitando, al mismo tiempo, como consecuencia de que son equipos adaptados a las condiciones venezolanas, la entrada de componentes electrónicos sobre todo, provenientes de las grandes corporaciones multinacionales del automóvil.

d) Computadores y equipos electrónicos básicos para la educación secundaria: La idea es promover e impulsar, conjuntamente con el Ministerio de Educación, el Ministerio de la Inteligencia, los centros de investigación y desarrollo, los institutos universitarios tecnológicos de la región capital y Cumaná y la industria nacional, un programa de desarrollo, fabricación e instalación en los liceos públicos de computadores y otros equipos electrónicos básicos.

Creemos que es necesario que de nuestras escuelas, o al menos de nuestros liceos, egresen individuos que tengan un conocimiento básico en computación y electrónica y el modo cómo se usa esa tecnología. Esto implica que en todos los liceos públicos se necesitarían computadores, osciloscopios, fuentes de alimentación, generadores, inyectores de pulsos, puntas de pruebas, etc. Todos estos equipos se pueden diseñar, desarrollar y fabricar en el país. Para ello tenemos el potencial tecnológico y si este programa se implementara, tendríamos un mercado suficientemente grande que determine costos de desarrollo relativamente bajos.

El apoyo del Estado es necesario en cuanto a: 1) un programa

ágil y diversificado de financiamiento con avales, créditos, becas para formación de recursos humanos, etc., 2) un sistema de promoción e información basado en un centro de Gestión de Oportunidades Tecnológicas; 3) facilitar la entrada de componentes básicos a bajos aranceles; 4) efectiva aplicación del decreto "Compre Venezolano".

Estrategia Tecnológica

Los términos de la estrategia están definidos por tres niveles sucesivos y progresivos de desarrollo. Es una estrategia general para el subsector en donde empresas nuevas podrían iniciar sus acciones pero distintas empresas pueden insertarse en forma diferente de acuerdo a su capacidad y posibilidades.

La idea es que el Estado estimule la creación de empresas cuyo punto de despegue estaría en un primer nivel de desarrollo de la estrategia, siempre y cuando los empresarios tengan plena conciencia sobre los distintos niveles que deben alcanzar y las características y acciones correspondientes a cada uno. De esta manera se lograría la definitiva conformación del subsector con un conjunto de empresas imbricadas al desarrollo tecnológico mundial en este campo y con una base comercial y económica fuerte.

A partir del último nivel las empresas deben trazarse una nue

va estrategia pero basada en objetivos y lineamientos distintos pues ya no se trataría de consolidar una empresa sino de desarrollarla a estadios superiores de acción comercial y tecnológica.

Los tres niveles o fases de la estrategia general del sector que hemos identificado son: primero, Estrategia de Mantenimiento y Asistencia Técnica; segundo, Estrategia de Imitación o Copia, y tercer, Gestión de Oportunidades Tecnológicas. Veamos a continuación los objetivos y características de estos tres niveles de la estrategia. Sin embargo, es bueno señalar que si bien no existía hasta ahora una caracterización conceptual de esta estrategia, ella se asimila en parte por la conducta desarrollada por algunas empresas de electrónica en Venezuela y en otras partes del mundo. Nuestra labor ha sido la de sistematización en forma de modelo integral adaptado a las condiciones venezolanas.

Primer nivel: Mantenimiento y Asistencia Técnica, aquí el objetivo más general que se busca es el de la conformación definitiva y/o ampliación del subsector. Se persigue conformar definitivamente el sector de electrónica nacional, pues hasta ahora el pequeño grupo de empresas que lo forman son apenas un embrión o un punto de partida para su desarrollo. La constitución de empresas de mantenimiento y asistencia técnica es la pieza clave de la estrategia del primer nivel el cual persigue tres objetivos específicos: primero constitución de empresas, es decir, planteamos que mantenimiento y asistencia técnica son un instru-

mento eficiente para crear nuevas empresas de acuerdo con las características venezolanas. Esto tiene relación con el perfil profesional de los técnicos superiores e ingenieros eléctricos y electrónicos según lo definido en el capítulo anterior.

Lo ideal sería, pues, empresas donde se fusionarían las labores de asistencia técnica y mantenimiento, en manos de ingenieros y técnicos superiores. El segundo objetivo es el dominio de una tecnología en particular y de un producto o gama de productos específicos. El tercer objetivo es lograr una conexión con el mercado y la identificación de los problemas fundamentales de éste. El ejercicio de las tareas de mantenimiento y asistencia técnica para las empresas que poseen equipos electrónicos, bien sea de telecomunicaciones, computación, biomédicos, científicos y otros, les permitiría identificar con precisión un conjunto de aspectos del mercado, de características de la demanda, que van a ser útiles para el desarrollo de la etapa subsiguiente en la acción de la estrategia.

El segundo nivel o fase de la estrategia es el de Imitación y/o Copia. Como lo dicen las propias palabras, se trata de imitar procesos y copiar productos con el mayor grado de fidelidad posible y considerando sólo adaptaciones que pudieran haberse identificado como consecuencia de la práctica y del contacto con el mercado durante la fase anterior. Los objetivos específicos que perseguimos con esta fase de imitación son: primero, el conocimiento de los procesos productivos y

no solamente del producto o una gama de productos, sino el proceso y especificaciones. Segundo, el control del mercado nacional, obviamente esta segunda fase persigue la producción y comercialización de productos electrónicos que son copiados de productos de diseño extranjero. En cuanto a las acciones concretas que se desarrollarían dentro de esta fase de imitación están: primero, la entrada en la fase productiva propiamente. En esta fase productiva, que se caracteriza fundamentalmente por el ensamblaje, se pueden adoptar dos tipos distintos de estrategia de imitación: imitación diferenciada e imitación pactada. La primera permite copiar productos sin los correspondientes arreglos legales y tecnológicos de royalties, marcas, licencias, etc. Es decir, una diferenciación de marcas con pequeñas adaptaciones al mercado nacional. La segunda estrategia o de imitación pactada, se desarrolla sobre la base de acuerdos con licencias, royalties, representaciones, etc., en los términos convencionales en que se realizan estas negociaciones, pero de forma que se garantice una efectiva transferencia de la tecnología. La otra acción a desarrollar dentro de esta etapa de imitación, es la comercialización directa. Para completar la fase de control sobre un proceso productivo por ensamblaje es necesaria la comercialización directa de los productos en el mercado nacional. Por esta vía se logra el objetivo general definido de control del mercado nacional.

El tercer nivel en la secuencia de la estrategia lo hemos llamado de Gestión de Oportunidades Tecnológicas. El objetivo a alcanzar

en este nivel es la independencia de la empresa, por supuesto independencia en términos relativos. Dentro de ese objetivo general de "independencia", encontramos tres acciones fundamentales a desarrollar: primera, la identificación de oportunidades tecnológicas o "nichos de mercado" en donde se pueden desarrollar un conjunto de adaptaciones suficientemente importantes como para crear un mercado específico. La diferenciación por la vía de las adaptaciones tecnológicas puede crear una barrera natural, o una barrera tecnológica, a la entrada del producto original del cual se tomó el diseño base. La segunda es el desarrollo de productos nuevos. El proceso de investigación y desarrollo, apoyados en investigaciones de mercado y estudios de factibilidad económica y prospectiva tecnológica, debe llevarse hasta el nivel de actividad y complejidad de una empresa independiente, es decir, de sarrollar productos de diseño original.

La tercera acción del desarrollo de esta fase de oportunidades tecnológicas, es la de participar en los mercados internacionales. Tomando solamente en consideración el mercado local creemos que no es posible dar impulso definitivo a la electrónica en Venezuela. En consecuencia, los productos que se desarrollan deben cumplir con especificaciones de mercados internacionales previamente identificados.

Una vez que han sido alcanzados los objetivos de esta tercera fase de la estrategia del subsector, asumimos que las empresas están

consolidadas y son maduras e independientes, desde el punto de vista comercial y tecnológico. A partir de aquí las empresas necesitan definir una estrategia tecnológica distinta y un nuevo esquema de participación en los mercados. El objetivo podría ser, por ejemplo, el desarrollo de una estrategia "ofensiva" para intentar convertirse en líder desde el punto de vista técnico y de mercado y manteniendo una estrecha relación con el resto del mundo científico y tecnológico. La estrategia a definir debe ser independiente en su consideración de los términos de desarrollo del subsector nacional y en su ubicación en el marco internacional.

En conclusión, hemos definido una estrategia en este Programa que creemos permitiría a una empresa "montarse en el tren" tecnológico de la microelectrónica. Mantenerse en pie mientras el "tren" avanza es otro problema.

Algunas Ideas para la Implantación de la Estrategia Tecnológica

El programa persigue, como dijimos, la utilización del tipo de mano de obra que poseemos actualmente, pero estimulando y promoviendo su sucesiva transformación en la medida que se desarrolla la estrategia nacional de largo plazo. Los recursos humanos que formamos obedecerían de esta forma a intereses nacionales y no simplemente para cubrir una demanda definida por los objetivos y estrategias de las corporaciones

internacionales. Hoy más que nunca se justifica una estrategia que parta de nuestras necesidades de mantenimiento de equipos, pues la escasez de divisas hace cada vez más absurdo traer técnicos para hacer reparaciones, enviar los equipos al exterior o dejar que se pierdan y comprar nuevos. La idea que presentamos es la de fomentar activamente la creación de empresas de mantenimiento especializadas, con ingenieros y técnicos egresados de los distintos centros de instrucción y entrenamiento. De este programa deben tomar conciencia los institutos de enseñanza que imparten estas disciplinas, de modo que se les presente a los estudiantes la estrategia general del sector y cómo encuadran estas pequeñas empresas de mantenimiento dentro de esa estrategia. Deben entender, pues, que la estrategia consta de tres fases donde el mantenimiento es tan sólo la primera de ellas.

En cuanto a la factibilidad económica de estas empresas, creemos que tienen un buen mercado para iniciar sus actividades y lograr acumulación de experiencias y de capital. Nuestras estimaciones preliminares así nos lo indican:

1.- Mantenimiento de equipos de computación:

Según el Departamento de Comercio de los Estados Unidos, para noviembre de 1979, habían instalados en Venezuela un total de 3.225 equipos de computación entre mini y "pequeños" computadores. Estimando un crecimiento interanual moderado de cerca del 15 %, podría pensarse que

hay en Venezuela cerca de 6.000 de estos equipos. Sin embargo, sabemos que esta cifra es varias veces superior, sobre todo en pequeños computadores, pues el mercado de los computadores personales explotó en Venezuela en los últimos años. Por sus características la mayoría de estos equipos no cuentan con mantenimiento regular por parte de las casas suplioras.

2.- Mantenimiento a equipos biomédicos:

El Ministerio de Sanidad y Asistencia Social estima que cuenta con unos 26.000 equipos biomédicos, que van desde rayos X, hasta fotocolorímetros. El Ministerio no está en capacidad de mantener en buenas condiciones de funcionabilidad y seguridad estos equipos y creemos los aliviaría si pudieran contratar empresas que realicen este trabajo. Por otra parte, si pensamos en el caso de equipos biomédicos en cientos de centros de asistencia pública y privada, podemos tener un estimado más amplio de la magnitud del mercado potencial de servicios de mantenimiento que tiene el país en el campo biomédico.

Obviamente es necesario hacer un estudio que cuantifique con más precisión el parque nacional de equipos electrónicos, sus características y los problemas de mantenimiento, para definir sus áreas de especialización, localización y planes de desarrollo. En este aparte hemos tan sólo presentado un par de ideas que nos parecen evidentes a partir de algunos criterios de evaluación preliminar. Estudios más completos y profundos son necesarios antes de tomar decisiones al respecto.

B I B L I O G R A F I A

- ANTONORSI BLANCO, Marcel y AVALOS GUTIERREZ, Ignacio: "La Planificación Ilusoria", Caracas, Monte Avila Editores, 1981.
- ARNOLD, Erik: "The manpower implications of computer aided design in the U.K. Engineering Industry", Brighton, SPRU, abril 1981.
- CANADA: Science Council of Canada. The impact of the microelectronic revolution on the canadian electronics industry. Proceedings of a Workshop sponsored by the science council of Canada's Committee on Computer and Communications. 1981.
- CILINGIROGLU, Ayhan: "Fabricación de equipos eléctricos pesados en los países en desarrollo", Banco Mundial, Editorial Tecnos, Madrid, 1969.
- ELIASSON, Gunnar: "Sweden-choosing the 80's". Iul, Stockolm, 1981.
- FILDES, Robert (ed.): Forecasting and Planning, Manchester Business School, 1977.
- GEORGE, Kenneth D.: "The changing structure of competitive industry", The Economic Journal, marzo de 1972.
- GIORDANI C., Jorge y otros: "Dos estudios sobre las telecomunicaciones y la electrónica en Venezuela", mimeo, CENDES, 1976.
- GENOVA, Miguel: "Política y programas para la industria de electrónica en Venezuela", mimeo, CENDES, 1980.
- GUSTAFSSON, Hans: "The Lund Monitor on Technological Trend and Challenges to the Third World - The case of Microelectronic and Biotechnology", Research Policy Institute, University of Lund, Sweden, 1980.
- I.E.E.E. Spectrum: "Technology 84", Vol. 21, N° 1, enero de 1984.
- LA PLACA, Peter J. y NEWTON, Frank: "Marketing Strategies for a Tough Environment", American Marketing Association, Proceeding, Serie N° 45, 1980.
- MATUS R., Carlos: "Planificación en situación de poder compartido", CENDES, mimeo, 1981.
- MICROTEL, Electrónica S.A.: "Premio Nacional de Desarrollo Tecnológico", CONICIT, 1983.

- PIRELA, Arnoldo: "Recent Development in the Economics of Technological Change: A Case Estudy of Venezuela", M. Sc. Tesis. Manchester, 1981.
- : "Crisis de la Imitación, Imitación de la Crisis", Tierra Firme, Vol. II, N° 7, Caracas, julio de 1984.
- RIEDEL, J.: "The Nature and Determinants of Export-Orientated Direct Foreign Investment in a Developing Country: A case study of Taiwan", Weltwirtschaftliches Archiv. Vol. III, 1975.
- RENGIFO, Rafael: "Ciencia y política en Venezuela; del espejismo al simulacro", CENDES, 1983.
- RODRIGUEZ ORTIZ, Raúl: "Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico en Electrónica", CONICIT, 1982.
- ROTWELL, Roy: "Government Innovation Policy: Some Past Problems and Recent Trends", Editado en "Technological and Industrial, Policy in China and Europe", University of Lund, Sweden, 1981.
- RIVARD, Jerome G.: Microcomputers hit the road. Special Report Automative Electronic. Reprinted from IEEE, Spectrum. Vol. 7 N° 11, noviembre de 1980.
- SAEDI, C.A. Oficina Técnica: "Diagnóstico de la Industria Venezolana de Bienes de Capital y Recomendación de los Lineamientos Básicos para el Fomento de dicha Industria", Consejo Nacional de Desarrollo Regional (CORDIPLAN), CORPOZULIA, Caracas, abril de 1978, mimeo.
- SUAREZ, R.: "Experiencias de las empresas venezolanas de electrónica con tecnología propia", mimeo, EYT, S.A., 21-4-83.

ENTIDADES PARTICIPANTES

- NPCT** - Universidade Estadual de Campinas
- CENDES** - Universidad Central de Venezuela
- DEPFE** - Universidad Nacional Autónoma de México
- CEBRAP** - Centro Brasileiro de Análise e Planejamento
- GASE** - Fundación Bariloche
- FESP** - Fundação Escola do Serviço Público

PATROCÍNIO

- UNU** - Universidad de las Naciones Unidas
- IDRC** - Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo