

**CRÓNICAS Y TESTIMONIOS  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
ESPAÑOLAS**

**Edita:**

Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación

**Autores:**

José Luis Adanero  
José Manuel Huidobro  
Vicente Miralles  
José Manuel del Prado  
Vicente Ortega  
César Rico  
José María Romeo

**Coordinación general:**

César Rico

© 2006, de esta edición Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación

© 2006, de los textos, los autores

**Edición y producción:**

JdeJ Editores

[www.jdejeditores.com](http://www.jdejeditores.com)

**Dirección:** Javier de Juan y Peñalosa

**Diseño y coordinación:** Juan Carlos González Pozuelo

**Corrección:** Beatriz Albertini

**Preimpresión:** Safekat, S. L.

**Impresión:** Montereina, S. A.

Impreso en España – Printed in Spain

ISBN: 84-934124-8-1 (Obra completa)

ISBN: 84-934124-9-X (Volumen I)

ISBN: 84-935049-0-4 (Volumen II)

Depósito Legal: M. 25.620-2006

Primera edición: junio, 2006

Reservados todos los derechos.

# CRÓNICAS Y TESTIMONIOS DE LAS TELECOMUNICACIONES ESPAÑOLAS

## [2]

José Luis Adanero  
José Manuel Huidobro  
Vicente Miralles  
José Manuel del Prado  
Vicente Ortega  
César Rico  
José María Romeo

*Coordinador General*  
**César Rico**





**Tercera parte**

**LA INDUSTRIA DE LAS  
TELECOMUNICACIONES  
EN ESPAÑA**



# EL COMIENZO DE LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ESPAÑA

*César Rico*

## INTRODUCCIÓN. DIFICULTADES PARA ACOTAR EL TEMA

Para analizar la creación y evolución de las industrias españolas de las telecomunicaciones nos ha parecido oportuno considerar dos períodos: antes de 1970, tratado en este capítulo, y después de esa fecha, que se describe en el siguiente. La razón para elegir esta frontera ha sido el cambio sustancial que se produjo en el escenario español con la llegada de nuevas multinacionales como proveedoras del principal, y casi único, cliente de entonces, Telefónica.

Sabido es que la creación de Telefónica en 1924 trajo consigo la implantación en España, como fabricante, de la ITT, pero ¿qué otras alternativas existieron antes y después de ese hecho? Pretendemos responder a esa pregunta, no sin antes señalar la dificultad que entraña. Para empezar, antes de los años treinta no existía ni el concepto de *telecomunicación* y, por tanto, ninguna información al respecto, ni tampoco algo más amplio, como lo que hoy llamamos *sector electrónico*, en el que están incluidas las telecomunicaciones, y del que sí existen estadísticas (manteniendo un criterio uniforme a lo largo de los años), a partir de la década de los setenta. Esa agrupación de actividades, formando un sector, se utilizó por primera vez en 1971, al elaborarse el III Plan de Desarrollo Económico y Social, y ha tenido amplio uso a partir de 1973, al crearse Aniel.

El planteamiento de estos dos capítulos es muy diferente. En éste nos detendremos a analizar cómo surgieron las primeras fábricas españolas relacionadas con las telecomunicaciones, teniendo en cuenta las consideraciones del párrafo anterior, analizándolas de forma individual por su reducido número y con pocos datos numéricos porque, además de ser escasos, son difícilmente comparables. Sin embargo, en el capítulo siguiente hacemos justo lo contrario: la existencia de estadísticas y el elevado número de empresas, aconsejan un tratamiento horizontal que, además, por su carácter general permite obtener conclusiones.

## *La actividad industrial, en general, ha sido en España un tema de escaso interés para los estudiosos porque la sociedad civil no valoraba estas actividades*

---

También hay que destacar que la actividad industrial, en general, ha sido en España un tema de escaso interés para los estudiosos porque la sociedad civil no valoraba estas actividades. La técnica siempre ha sido menospreciada en nuestro país. Aún hoy, a pesar de vivir en una sociedad tremendamente tecnificada, no se considera mal, e incluso se justifica, que muchos intelectuales digan verdaderos disparates al tratar de temas técnicos porque... *son de letras*.

Antes de existir las telecomunicaciones, como concepto, existieron los primeros inventos: el telégrafo, el teléfono, la radio, etc., que inicialmente se clasificaban como *aplicaciones de la electricidad* y, por tanto, el origen tenemos que buscarlo en las industrias que empezaron a fabricar productos para estas nuevas aplicaciones. Y aquí, al referirnos a España, nos aparece el siguiente problema: en el inicio de estas actividades tuvimos precursores, como describimos en la quinta parte, pero faltaron innovadores con sentido práctico (aspecto en el que EEUU siempre ha aventajado a Europa), personas que patentaran sus inventos (imprescindible para sacar provecho de los mismos) y pusieran en marcha empresas para construir los productos objeto de su invención, como Edison, Morse, Bell, Marconi y tantos otros. Es verdad que eso ocurría donde banqueros y políticos apoyaban esas iniciativas.

De esas iniciativas, unas prosperaron y otras no. Es el riesgo inexorablemente unido a la actividad empresarial, pero también hay factores intrínsecos del propio invento. Por ejemplo, el telégrafo no precisó de grandes volúmenes de equipos ya que el número de estaciones era limitado, por lo que bastaba una fabricación reducida de los mismos. En otros casos, como por ejemplo la bombilla eléctrica, motores u otras máquinas, su tremendo mercado potencial permitió la aparición de múltiples fabricantes, siendo algunas de estas plantas las que podemos considerar industrias pioneras en lo que llamamos telecomunicaciones porque en su evolución posterior acometieron la fabricación de equipos telegráficos, telefónicos o de radio. Algunas han perdurado y han estado presentes en el mercado español. A ellas dedicamos el apartado siguiente.

## **LAS PRIMERAS PLANTAS INDUSTRIALES**

### **Iniciativas locales**

En los primeros tiempos, como acabamos de decir, el propio desarrollo tecnológico consistía en idear nuevos equipos y los inventores, o su entorno cercano, protegidos por las correspondientes patentes, estaban en situación de ventaja



*A finales del siglo XIX Cataluña era pionera en España de diversas aplicaciones eléctricas, y allí surgieron las primeras plantas industriales. Baste recordar que en 1873 se construyó en Barcelona la primera central eléctrica (Dalmau i Xifré) que, en 1881, se convertiría en la Sociedad Española de Electricidad*

---

para iniciar su fabricación. En algunos casos estas empresas crecían y establecían sucursales o filiales en otros países (ejemplo de Marconi); en otros, grupos inversores compraban patentes para su explotación comercial, política típica de la americana RCA, fundada en 1919, y en otros muchos casos, mejoras introducidas en productos existentes justificaban acometer actividades fabriles.

Como los primeros dispositivos eran nuevas aplicaciones de la electricidad, ya en este campo habían surgido empresas ligadas a los avances de aquel momento, caso de Siemens, en Alemania, como consecuencia de crear la primera dinamo en 1867, o Philips, en Holanda, para fabricar lámparas eléctricas, o se creaban empresas específicas para las nuevas tecnologías, como ocurrió con Telefunken, constituida en 1903 por Siemens y AEG. En Estados Unidos el caso más importante, desde el punto de vista industrial, fue la constitución, a finales del siglo XIX, de la Western Electric, soporte industrial de la American Telephone & Telegraph Company, la famosa ATT, que durante años ha sido líder mundial de las telecomunicaciones.

En España las redes de telegrafía eléctrica se hicieron principalmente con aparatos importados, como puede apreciarse por los pliegos de condiciones de los diversos suministros, con predominio de equipos franceses (manipulador, receptor y timbre). En nuestros ferrocarriles durante tiempo se utilizaron aparatos Breguet.

A finales del siglo XIX Cataluña era pionera en España de diversas aplicaciones eléctricas, y allí surgieron las primeras plantas industriales. Baste recordar que en 1873 se construyó en Barcelona la primera central eléctrica (*Dalmau i Xifré*) que, en 1881, se convertiría en la *Sociedad Española de Electricidad*, y que en ese mismo año *La Maquinista Terrestre y Marítima* fue la primera planta industrial con iluminación eléctrica. Unos años más tarde, 1892, se iluminó la estación de Francia y se inauguró el primer tren eléctrico.

Por eso no es de extrañar que un empresario catalán, Lluís Muntadas i Rovira, fundase, en 1897, la empresa *La Industria Eléctrica SA*, con un capital de millón y medio de pesetas, y sede social en la calle Muntaner, con el objeto de producir motores y transformadores. Y para potenciar la utilización de sus productos construyó en Cornellá un taller de 25.000 m<sup>2</sup> para la producción de material de tracción. Estos talleres tuvieron gran importancia porque, poco después, se convertirían, como a continuación veremos, en la primera planta de Siemens en España. Es sorprendente que el mismo prócer, Lluís Muntadas i Rovira, fundase en

1908 la *Sociedad Española de Lámparas Eléctricas* Z que se convertiría años después en la planta donde se fabricarían los productos Philips, en este caso ayudado por su yerno, también ingeniero, Julio Capará Marqués, que le sustituyó en la presidencia de la compañía al fallecimiento de Muntadas en 1912.

También es de destacar la constitución, el 24 de diciembre de 1910, de la *Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos*, con sede en Madrid, y que obtuvo la cesión de patentes y derechos de fabricación de *Marconi Wireless Telegraph Co Ltd.* de Londres, la primera compañía del mundo que se dedicó a la fabricación de aparatos de telegrafía sin hilos, cuando Guillermo Marconi apenas había conseguido los primeros resultados prácticos.

Un hecho poco conocido es que fue el germen de Marconi Española como describiremos aquí gracias a la información suministrada por Eloy Martínez Yagüe, ingeniero de telecomunicación que trabajó en Marconi desde 1975 y que, después de pasar por diversos puestos, fue director técnico desde 1982 hasta 1987 en que se incorporó al equipo directivo de Alcatel. En el año 2002 creó su propia empresa de ingeniería y consultoría (Green Oak Telecom) desde donde presta actualmente servicios a Marconi Iberia.

En efecto, la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos se transformó en 1917 en *Talleres Electromecánicos CE*, más conocida como *Telmar*, primeras letras de *TELEgrafía MARconi*, pasando a denominarse *Marconi Española* en 1935. En el siguiente apartado describimos sus actividades de aquella época.

En el caso de la telefonía la situación fue muy diferente. Ya en 1922 se fundó en Barcelona *Teléfonos Bell SA*, también por miembros de la familia Muntadas, que significó la presencia de equipos *Western Electric* en España, que tenía una plantilla de 203 empleados cuando fue adquirida en 1926 por la entonces recién creada *Standard Eléctrica*, con lo que realmente comenzó una nueva época.

Con anterioridad a esas fechas, en varios países europeos se crearon empresas relacionadas con las aplicaciones de la electricidad, como ya hemos indicado, y algunas de ellas evolucionaron hasta convertirse en multinacionales famosas en el mundo de las telecomunicaciones. Seleccionamos, a continuación, a aquellas que desde el primer momento mostraron interés por el mercado español.

## Siemens

**La saga.** El ingeniero eléctrico alemán Ernst Werner von Siemens, que había nacido en 1816 en Lenthe, fundó en 1847, junto con G. Halske, la *Telegraphenbauanstalt von Siemens und Halske* para la fabricación y el desarrollo del telégrafo. Se le considera como uno de los precursores de la electrotecnia y, después de mejorar el telégrafo de Wheatstone, dos años antes de constituir la empresa ideó un nuevo tipo de aparato telegráfico. Además de ser uno de los inventores de la dinamo, aplicó la gutapercha a los cables submarinos (lo que contribuyó de forma eficaz

a la viabilidad de los mismos) y se encargó de tender la primera línea telegráfica entre Berlín y Francfort del Main.

Además, era el mayor de ocho hermanos, varios de renombre universal por sus aportaciones a la ciencia. Tal es el caso de Wilhelm, que entre otros muchos trabajos desarrolló el sistema Siemens-Martin para la fabricación del acero, o de Friedrich que inventó el horno de gas que permitió la producción de acero a horno abierto y del cristal fundido a fuego continuo. También se debe a él la invención del cristal armado. El más pequeño, Alexander (nació en 1847), se encargó de dirigir las fábricas Siemens en Inglaterra y publicó diversos trabajos sobre aplicaciones de la electricidad en buques y en ferrocarriles. Por otra parte, Wilhelm júnior, hijo de Werner, continuó con las empresas de su padre y gracias a sus investigaciones, entre otras, fue posible aplicar la corriente alterna a los ferrocarriles eléctricos.

Esta empresa se convirtió en sociedad anónima en 1897, fecha en la que comenzó su expansión internacional. En la actualidad el grupo Siemens es uno de los líderes mundiales en la producción de material eléctrico, electrónica, iluminación (Osram), electrodomésticos (asociada con el grupo Robert Bosch), componentes de automoción, informática y armamento (a través de su filial Krauss Maffei).

**Presencia en España.** Quince años después de que la firma Siemens&Halske se estableciese en Berlín hizo sus primeras ventas en España, consistente en equipos telegráficos, pero pasarían muchos años, más de treinta, hasta instalar en Madrid, en 1895, la primera representación de la firma para España y Portugal.

Por otra parte, Siemens-Schuckert, en 1910 llegó a un acuerdo con La Industria Eléctrica SA para fusionar ambas empresas, constituyéndose así *Siemens Schuckert-La Industria Eléctrica*, con sede en Madrid y fábrica en Cornellá (la planta de 25.000 m<sup>2</sup> recién construida por la empresa española). El capital social de la nueva empresa se fijó en 4,5 millones de pesetas, y esta fecha es de gran importancia porque es la que constituye el origen de la presencia de Siemens en España. Además, después de tantos años, hoy sigue siendo la factoría más importante de esta empresa en nuestro país y en ella se está llevando a cabo el proyecto de tren de alta velocidad de Madrid a Francia, vía Zaragoza y Barcelona.

Desde el primer momento la fábrica entró en una fase de crecimiento progresivo, tanto en lo que se refiere a la superficie útil, ampliada hasta 45.000 m<sup>2</sup>, como a la plantilla de personal, que alcanzó los 600 empleados. La gama de productos también se amplió, y a los iniciales se unieron aparellaje de alta y baja tensión, contadores eléctricos y de agua y enclavamientos mecánicos de agujas para ferrocarriles.

La siguiente empresa de Siemens en España fue *Siemens Electromédica SA*, filial de la *Siemens-Reinigenwerke*, que en 1927 adquirió la compañía española *Industria Latina de Electricidad Aplicada* (ILDEA) dedicada a la electromedicina.

En 1929, con motivo de la Exposición Universal de Barcelona, la empresa instaló 116 obeliscos luminosos para iluminar la avenida de María Cristina, en

*En 1970 se volvió a simplificar el nombre, quedando como Siemens SA, y en 1974 se hizo lo mismo con la estructura ya que se fusionaron bajo una única empresa, con esa denominación, las sociedades que hasta entonces operaban en España*

---

Montjuïc. Y al año siguiente, tras la unión de las actividades de Siemens&Halske y Siemens Schukert, tuvo lugar el cambio de nombre de la empresa por otro más fácil para los españoles: *Siemens Industria Eléctrica*.

Años después, los conflictos bélicos, en España y en Europa, y sus consiguientes períodos de posguerra y reconstrucción, detuvieron el desarrollo. Superada la crisis, en 1957 Siemens Industria Eléctrica decidió construir en Getafe (Madrid) una fábrica de cuadros de maniobra. En ella se fabrican hoy aparatos de electrónica industrial y electromedicina.

En 1970 se volvió a simplificar el nombre, quedando como *Siemens SA*, y en 1974 se hizo lo mismo con la estructura ya que se fusionaron bajo una única empresa, con esa denominación, las sociedades que hasta entonces operaban en España, es decir, *Siemens SA (Madrid)*, con fábricas en Cornellá y Getafe, y *Siemens Electromédica Española (Madrid)*.

**Actividades en telecomunicaciones.** Cuando se instalaron en Málaga varias empresas de telecomunicación, como Secoinsa (luego adquirida por Fujitsu) y Cite-sa, Siemens instaló una fábrica de condensadores, unidad que hoy pertenece a su filial *Epcos*, una de las empresas líderes en el sector de componentes electrónicos.

En 1979 Siemens adquirió una participación en el capital social de *TECO-SA (Telecomunicación, Electrónica y Conmutación SA)* dedicada a la fabricación de terminales especiales, como teleimpresores, para montar en ella centralitas telefónicas, y cuatro años después adquirió la totalidad de las acciones. Su campo de actuación ha ido variando con el tiempo y hoy es líder en equipos para aeropuertos y en la actualidad está instalando la Seguridad Integral del Control de Accesos del Plan Barajas (SICA) en la nueva terminal del aeropuerto de Madrid.

En 1980 se inició la fabricación de sistemas electrónicos en la planta de Getafe para diversos tipos de aplicaciones, y en 1989 adquiere una participación en la empresa barcelonesa *Controlmatic Ibérica SA* para el desarrollo de proyectos e instalación de sistemas de automatización, haciéndose con el 100% del capital en 1993.

Ya en la década de los noventa, compró a Amper el 80% de *Elasa*, en Zaragoza, la firma española fabricante de teléfonos públicos, formando *Siemens Elasa*, dedicada a esa misma actividad, constituyendo allí un centro de excelencia desde donde se ha exportado a un gran número de países.

Durante los últimos años de esa década, el área de Información y Comunicaciones de Siemens se transformó en una de las más activas del grupo, siendo proveedor de los principales operadores de servicios fijos o móviles, a través de redes o cables, llegando a representar el 40% de las ventas del grupo Siemens en España.

En el campo de la oferta comercial de productos y servicios de tercera generación de telefonía móvil, *Siemens Mobile* fue seleccionado en 2004 como suministrador de infraestructura de red UMTS para Telefónica Móviles de España.

## Ericsson

**El fundador.** La compañía sueca *Telefonaktiebolaget LM Ericsson* fue fundada en 1876, en el centro de Estocolmo, por Lars Magnus Ericsson como taller para la reparación de equipos de telegrafía, junto con Andersson, compañero en diversas fábricas de su ciudad natal, Värmland, donde Ericsson había comenzado a trabajar.

Los primeros equipos de Ericsson consistieron en pequeñas innovaciones sobre los productos existentes, como un telégrafo a dial utilizado en los ferrocarriles o un sistema telegráfico pensado para pequeñas comunidades utilizado por los bomberos. La empresa se constituyó precisamente el mismo año en que Bell patentó el teléfono, y desde sus inicios la nueva empresa comenzó a trabajar con estos novedosos equipos, de forma que en 1978 ya producía los dos primeros modelos.

Sus innovaciones y su inventiva le proporcionaron enseguida reconocimiento mundial. A él se debe la idea de unir el micro del teléfono con el auricular mediante un mango, para dejarle una mano libre al usuario.

A partir de sus talleres LM Ericsson creó la sociedad anónima A-B LM Ericsson & Co. que se expandió inicialmente por Polonia y Rusia y más tarde por todo el mundo. En esta empresa estableció dos tipos de acciones, tipo A y tipo B aún vigente. El voto de una acción A vale mil veces el voto de una acción tipo B. Eso le permitió tener el control accionario hasta 1900, año en que se retiró vendiendo sus acciones.

Cuando se creó Ericsson la actividad industrial y empresarial comenzaba a florecer en Suecia y los sistemas pioneros que allí se establecieron para favorecer la productividad favorecieron que el país escandinavo creciera con rapidez y sus fábricas pudieran abastecerle casi en su totalidad. La posición de neutralidad durante las dos guerras mundiales sirvió para que sus sistemas de producción quedaran intactos y las empresas suecas pudieran atender las necesidades de una Europa arrasada por las bombas.

Esta posición de privilegio existió durante las décadas de los sesenta y setenta. A partir de esa fecha el incremento de los costes laborales y la competencia de las empresas europeas ya recuperadas, motivaron una recesión que desembocó en un *crack* financiero a principios de los noventa. Al final de esa fecha, el sector informático y el de telefonía reactivaron la economía del país. Y especialmente la firma Ericsson que en el año 2000 equivalía en bolsa a más de la mitad del valor total de las empresas suecas.

**Ericsson en España.** La compañía sueca tuvo agentes comerciales en España desde sus inicios, pero su establecimiento formal ocurrió en 1922, con una planta en Getafe (Madrid) dedicada a la fabricación de material para señalización

ferroviaria. En 1926 tuvo la primera contribución a la red telefónica española con la instalación de una central AGF de tecnología *rotary* en San Sebastián que estuvo en servicio muchos años. Antes, en 1924, optó a la concesión del servicio telefónico, cuando se produjo la adjudicación a ITT.

En el año 1970, de acuerdo con la política de diversificación de proveedores establecida por Telefónica, que analizamos en el capítulo siguiente, se creó *Intelsa*, participada al 49% por Telefónica y 51% por Ericsson. A partir de esa fecha, los aspectos más destacados son: la instalación de la primera central de conmutación AXE, en Madrid-Atocha (en 1980), la instalación de la red móvil NMT-450 en 1982 y la colaboración establecida con Telefónica para instalar la red *Ibercom*, utilizando centralitas MD-110 (a partir de 1984). Como describimos en la quinta parte del libro, en 1986 estableció el Centro de I+D, en Madrid, siendo sus principales hitos los indicados en el cuadro 16.1, donde se cita su potente papel en las comunicaciones móviles. En el año 1987 adquirió la participación de Telefónica en *Intelsa* volviendo a denominarse nuevamente Ericsson, y en 1993 se creó *Ericsson Radio* dedicada a los mercados emergentes de telefonía móvil, donde ha tenido un gran éxito.

Cuadro 16.1. Principales hitos de Ericsson en España

- 1922. Ericsson se establece en España
- 1926. Instalación de la Central AGF en San Sebastián
- 1970. Creación de Intelsa
- 1980. Primera central de conmutación AXE (instalada en Madrid)
- 1982. Red móvil NMT-450
- 1984. Red Ibercom
- 1986. Centro de I+D en Madrid
- 1992. Contrato GSM con Telefónica
- 1995. Contrato GSM con Airtel
- 1998. Principal suministrador para los tres operadores móviles para GSM 1800
- 2000. Tres contratos UMTS: Telefónica, Amena y Xfera
- 2001. Centro de Competencia GSOC para redes 3G(IN)
- 2002. El Centro de I+D se convierte en Ericsson Main Center
- 2003. Contrato de outsourcing de la red de radio de Amena
- 2004. UMTS Core Network de Amena y ampliación de la red UMTS de Telefónica

Fuente: Ericsson.

En los últimos años Ericsson ha realizado en España una importante transición desde una posición de empresa eminentemente industrial hacia una empresa con el énfasis puesto en todas las áreas ligadas a la investigación y desarrollo, así como las de servicio y soporte al cliente, dejando a un lado la fabricación.

## Philips

**El origen.** En Eindhoven, una pequeña villa de Holanda, nació en 1891 la sociedad *Philips y Cía.*, con un capital social de 150.000 florines, mediante un contrato suscrito por Gerard LF Philips con su hermano DFD Philips, con 10 empleados y con el objeto de fabricar lámparas incandescentes con filamento de carbón. Gerard era un buen ingeniero y un mal gerente y, para salvar a la compañía, cuatro años después se incorporó otro hermano, Anton Philips, gran conocedor del mundo de la industria, con lo que cambió el signo del negocio, imprimiendo un carácter que ya no perdería la firma. Años más tarde, en 1922, asumió la dirección completa de la compañía.

A éste le sucedería, en 1961, como presidente-director general, su único hijo varón, Frederick Jacques Philips, conocido como *Frits* o como *El Presidente*, miembro del denominado *Grupo de Oxford*, un movimiento a favor del rearme moral y pacífico de la sociedad, que se distinguió por el énfasis que puso en el bienestar de sus empleados (que llegaron a ser 360.000 bajo su presidencia). Campechano, trataba de la misma forma a los jugadores del PSV, equipo de fútbol creado por su familia, que al presidente del Gobierno. Ha muerto el 6 de diciembre de 2005, a los 100 años.

A principios de siglo la empresa era ya uno de los principales fabricantes de lámparas de Europa. Los avances que se iban produciendo en tecnología de alumbrado aconsejaron la creación, en 1914, de un laboratorio de investigación para estudiar fenómenos físicos y químicos para estimular la innovación de sus productos. Durante la I Guerra Mundial para resolver la escasez de materias primas creó su propia fábrica de vidrio, y la fabricación de determinados gases necesarios para el funcionamiento de las lámparas, lo que constituyó un proceso que produciría posteriormente grandes éxitos en combustibles sólidos.

La expansión, tanto de sus actividades como geográfica, ha hecho que hoy esté presente en 60 países, con 160 fábricas y una facturación anual de 35.000 millones de dólares.

**Actividades en España antes de 1936.** Las lámparas Philips se conocieron en España a partir de 1898, y en 1902 se estableció una filial comercial cuyo primer agente fue Juan Wenzel, propietario de *Wenzel y Cía.*, mayorista de material eléctrico, con sede en la Carrera de San Jerónimo de Madrid (donde hoy está situado el teatro Reina Victoria) y almacén en Barcelona. Al morir J. Wenzel, por un accidente, la actividad pasó, para todo el territorio nacional, a las firmas Hielscher y Stoon.

Para la llegada de Philips a España jugó un papel importante la empresa que Muntadas había constituido en 1908, *Sociedad Española de Lámparas Eléctricas Z* (SELEZ), que ya hemos comentado, situada en la calle Cortes 397, de Barcelona, con un grado de colaboración creciente entre Julio Capará y Anton Philips desde 1912 (con un proceso de toma de capital que se completaría en 1920), lo que permitió, en 1914, firmar un convenio de asistencia técnica con los Laboratorios de Física Philips de Holanda para adaptar sus productos a los nuevos avances técnicos, y a partir de 1927 confiar a la empresa española la fabricación íntegra de

las lámparas Philips, acabando así con las importaciones de Holanda (desde 1926 salían ya de «Z» las primeras lámparas con marca Philips).

Por otra parte, el 25 de marzo de 1926 se firmó la constitución de *Lámparas Philips SAE*, con el hecho curioso de ser inscrita en el Registro Mercantil por Manuel Azaña, posterior presidente de la II República. La nueva sociedad integraría las actividades de los distribuidores de los productos de alumbrado Philips, mientras que la parte industrial seguiría en manos de SELEZ. La sede central se instaló en Madrid, en San Agustín 2, en el edificio donde estaba Hielscher, y las oficinas y el almacén, en Barcelona, calle Córcega 222/224, absorbiendo a buena parte del personal de Hielscher, tanto de Madrid como de Barcelona. El Consejo inicial estaba formado por Anton Philips, OMF Loupart, AJ Guépin, Adolfo Hielscher y Carlos Muntadas, conde de Reus.

Mientras se establecía la red comercial por todo el territorio nacional, en Madrid se avanzaba en la fabricación de productos y en el mismo 1926 se montaron las primeras radiogramolas con piezas traídas de Holanda y en 1928, el primer radio-receptor Philips que se podía conectar directamente a la red (llamado *Casafon*) que llevaba un altavoz separado (llamado *el chino* por recordar el sombrero de un mandarín) y, poco después, otro modelo *Pentodino* con altavoz incorporado en el mueble.

En 1930 el nombre de la compañía se cambió por el de *Philips Ibérica SA*, nombrando director general a Wolter Wolthers, directivo de gran prestigio en la casa matriz, y en ese año se crearon las delegaciones de Bilbao, Galicia, Las Palmas, Sevilla y Valencia, así como el taller de reparaciones. (Hasta entonces los equipos se enviaban a reparar a Holanda.) También se quedaron pequeños los locales de la calle Áncora (que antes habían pertenecido a *Establecimientos Castilla*, dedicados a la comercialización de radios y válvulas y donde estaba instalada la célebre emisora de Castilla), efectuándose el traslado al Paseo de las Delicias.

En 1931, la fábrica de Barcelona, SELEZ, abordó la fabricación de válvulas de radio y, de no haber estallado la guerra civil, el primer receptor de radio totalmente fabricado en España hubiera estado listo en 1936. Pero esa circunstancia lo retrasó hasta 1942. También en 1931 se creó una nueva sección, con el nombre de Departamento de Telecomunicación, en parte para atender una petición del Gobierno para que se instalasen 30 emisoras de radiodifusión, y que fueron a parar al servicio de radio de la Guardia Civil.

**Después de las guerras y hasta los años setenta.** Durante la guerra civil Philips estuvo en ambas zonas, con una dirección bicéfala, pues en una fábrica de Irún, tras el acuerdo con García Gaztelumendi, se montaban aparatos de radio, con piezas importadas por dicha agencia de aduanas.

Después de la guerra, en 1942 se fundó *Codira SA* para comercializar material eléctrico y, posteriormente, pequeños electrodomésticos. Por su parte, SELEZ, después de la recesión de ambas guerras, comenzó en 1945 la fabricación de tubos fluorescentes y en 1946 la de válvulas electrónicas, y diez años más tarde iniciaría la producción de componentes de televisión, incluidos los tubos de ima-



gen. Este incremento de la producción obligó a trasladar todo lo relativo a iluminación a la Zona Franca de Barcelona y la pequeña mecánica (afeitadoras, toca-discos, etc.) a una fábrica en Hospitalet de Llobregat.

En la década de los cincuenta, Philips España introdujo nuevos productos, como discos (1956) y televisión en blanco y negro (1956), aparte de pequeños electrodomésticos, añadiendo a su famosa *Philipsshave* otros mediante acuerdos con Solac (planchas) y Numax (ventiladores, molinillos, mixers).

Los discos se empezaron a fabricar en Lámparas Z en 1958, y en 1961 se montó en Madrid un estudio de grabación diseñado para grandes orquestas, primero en su género; se compró RCA y ante el éxito de la línea esta actividad se convirtió, en 1964, en empresa independiente, con el nombre de *Fonogram*.

En estos años sesenta es cuando comienza la actividad en grandes electrodomésticos, para lo que se construye una fábrica en Moncada (Barcelona), se establecen acuerdos con Ignis Ibérica y en 1972 se crea SOGAD integrando tanto a Philips como a Ignis.

Y en el año 1967 se inauguró el nuevo edificio de Madrid, junto a la Avenida de América, de 32.000 m<sup>2</sup> edificados y un coste de 300 millones de pesetas.

En el plano industrial, en 1957 se crea Copresa; se inaugura la fábrica de ferritas en Barcelona, transferida en 1972 a Hispanofer en Guadalajara; se constituye Miniwatt, Askar, y Euroservice se hace independiente.

**Papel de Philips en la televisión.** En el año 1925 comenzaron los trabajos sobre televisión y los resultados fueron espectaculares, como se observa en la cronología del cuadro 16.2, ya que en 1935 ofrecía los primeros receptores, siendo el mercado británico el pionero en su utilización como consecuencia de ofrecer un servicio de televisión regular a partir de 1936.

En España, Philips hizo una primera demostración en la Feria de Muestras de Barcelona de 1948, que tuvo gran resonancia en los medios de difusión, y también esta empresa suministró los estudios y plató para realizar los primeros ensayos desde el Paseo de La Habana de Madrid, que llevaron a la inauguración de TVE el 28 de octubre de 1956. Los estudios de Miramar, en Barcelona, también se montaron con la ayuda de Philips.

Además, comenzó a fabricar en España televisores de 17 y 21 pulgadas, y llegó a acuerdos con Invicta, Elbe e Iberia para que fabricasen con su tecnología, con lo que monopolizó el mercado español de componentes para televisión.

#### Cuadro 16.2. **Philips en la historia de la televisión**

1925. Philips comienza la investigación en el campo de la televisión en sus laboratorios de Eindhoven (Holanda).

1930. Se hace la primera demostración pública del milagro de la televisión transmitida desde la torre del Hotel Carlton de Amsterdam.

1933. Entre este año y 1936 varios vehículos de demostración TV Philips visitan las exposiciones y ferias de la industria en Europa para divulgar los sistemas de 405 y 567 líneas.
1936. El 10 de enero, F. Kekhof transmite desde Eindhoven el primer programa experimental en imagen y sonido. Este fue recibido a una distancia de más de 180 km.
1937. En la Exposición Internacional de Londres se muestra el sistema de proyección Philips. Tamaño de pantalla 40 x 50 cm.
1941. Comienza el desarrollo de la TV color.
1947. Comienza la construcción de equipos para estudios de emisoras de televisión.
1948. El 18 de marzo se hace en Holanda la primera retransmisión experimental en 567 líneas desde el propio estudio de Philips. Poco después, el 1 de abril, se realiza la primera retransmisión en público, con la asistencia de más de 50 periodistas. Unos meses después, concretamente en junio, se presentó en España, en la Feria Internacional de Muestras de Barcelona.
1953. Primera retransmisión de Eurovisión desde la Abadía de Westminster en Londres. Los laboratorios de investigación Philips desarrollan un convertidor especial para esta ocasión permitiendo que el sistema británico de 405 líneas se recibiera a través del sistema francés de 891 líneas.
1954. Primera retransmisión de TV en color en Estados Unidos.
1964. Se fabrica el primer chasis de TVC (K-4) del que se reprodujeron varios centenares. Comienzan las retransmisiones experimentales desde los laboratorios de Waalre. De este año es también la primera cámara de color para estudio, con tubo Plumbicón.
1965. En marzo se presenta en la National Association of Broadcasters de Estados Unidos la cámara de televisión con tubo Plumbicón.
1966. El Plumbicón gana el premio Geoffrey Parr y la medalla de oro de David Sarnoff. Comienza la producción del K-6 en Eindhoven. Fue el primer aparato que se comercializó en el mercado de Canadá. Esto demuestra la alta calidad del aparato, y hace de Philips el único fabricante europeo con experiencia antes del lanzamiento de la TV color en Europa.
1967. Estados Unidos otorga al Plumbicón la más alta recompensa que ese país concede a la industria electrónica: el premio «Emmy Award».
1968. Desarrollo del chasis K-7 (22").
1970. Introducción del nuevo chasis K-8 con tubo de imagen de 110°.
1973. Lanzamiento en Europa del K-9 con técnica modular. Totalmente transistorizado.
1975. Comercialización en Europa del chasis K-11 con incorporación del nuevo tubo de imagen «20-AX-IN-LINE».

**Empresas del grupo Philips.** Muchas empresas españolas dedicadas a la fabricación de receptores de radio y de televisión, en la década de los sesenta, fueron posibles gracias al suministro, por empresas del grupo Philips, de componentes e información técnica para su producción. Pero además otras empresas del mismo grupo, desde mucho antes y hasta la fecha, han contribuido eficazmente al desarrollo del sector electrónico español. Por ello incluimos el cuadro 16.3 elaborado a partir de información publicada por la propia empresa en el año 2001.

### Cuadro 16.3. **Empresas del grupo Philips en España**

**COPRESA** Nace en Madrid el 28 de enero de 1929, con domicilio social en Madrid, bajo la denominación de «Establecimientos Castilla, SAE». El 25 de junio de 1957 cambia de nombre y pasa a llamarse «Compañía de Productos Electrónicos, SA (COPRESA)», y traslada su domicilio social a Barcelona, aunque manteniendo una delegación de ventas en Madrid.

Es la sociedad dedicada en España a la comercialización de todos los componentes electrónicos, ya sean de producción nacional o importados.

**ASKAR** La fábrica Askar fue fundada en Madrid el 9 de septiembre de 1942, por don Leopoldo García Gaztelumendi, quien a través de su Agencia de Aduanas importaba radios de Norteamérica. Nació con la denominación «Comercial Distribuidora Radioeléctrica Codira, SA», y el 27 de julio de 1963 cambia la razón social por la de ASKAR, SA.

Los aranceles para los aparatos terminados eran altos, por lo que el precio final del producto era muy elevado, razón por la cual se decidió traer las piezas sueltas y hacer el montaje *in situ*.

Este montaje de los aparatos se inició en Pasajes, pero debido a que en la época hubo una gran inundación, se trasladó el taller de montaje a Irún, donde se desarrolló favorablemente hasta el año 36, fecha en la que llegó a un acuerdo con Philips para fabricar dos series de aparatos: los «Castilla» y los «Philips», que permitió no interrumpir el suministro de sus aparatos durante el período que duró la guerra civil española. Posteriormente cambió de nuevo su razón social y pasó a denominarse Industrias Radioeléctricas IRESA, SA.

**FIESA** Fundada en Madrid el 26 de abril de 1951 con el nombre de «Fomento para la Industria Electrónica, SA (FIESA)». El 26 de octubre de 1953 se modifica su denominación por la de «Fomento de la Industria Electrónica, SA (FIESA)».

Su objetivo era impulsar el desarrollo de las aplicaciones industriales de la electrotecnia, química y mecánica y, especialmente, la aportación y puesta en marcha de patentes nacionales y extranjeras, procedimientos de fabricación y demás aspectos de la Propiedad Industrial. También debía encargarse de concertar contratos con empresas nacionales y extranjeras, y fomentar la fundación de nuevas industrias.

**MINIWATT, SA** Fundada en Barcelona el 8 de septiembre de 1960. Su objeto social fue desde el primer momento la fabricación y comercio en general de aparatos y

artículos de cualquier clase así como de sus elementos integrantes y, especialmente, de los relacionados con la electricidad y la electrónica en su sentido más amplio.

Las actividades en el sector electrónico (a las que hoy día se dedica Miniwatt) se inician en los años 1927/28 con la producción de válvulas por «Radio Naval» que se incorporaría más tarde a la Sociedad Española de Lámparas «Z».

La aparición de la televisión en 1956/57 abre a Philips el mercado de la imagen. Durante estos años se inicia en la fábrica de Plaza España de Barcelona la fabricación de los tubos Blanco y Negro de 17 pulgadas y 90 grados. La producción y venta son favorables por lo que se continúa la investigación y fabricación en esta línea ampliándola con nuevos modelos.

En 1962 se inicia la producción de semiconductores y, en ese mismo año, Miniwatt, SA construye en terrenos de la Zona Franca la nueva fábrica para componentes electrónicos.

Hasta 1963 se habían fabricado productos electrónicos de las marcas Philips y Miniwatt. A partir de este año, la marca única es Miniwatt.

En 1964 se inicia la actividad industrial electrónica en la nueva Sociedad «Miniwatt, SA» plenamente independiente de Lámparas «Z».

En 1970 se comienza la actividad de productos de selectores de canales. En 1971 se comienza la fabricación de tubos de imagen en color.

Actualmente, Miniwatt SA se dedica a la fabricación de los tubos de imagen para TV.

**EUROSERVICE, SA** Fundada en Madrid el 24 de abril de 1964. Su misión es la reparación de aparatos de radio, televisión, cinematografía, dictáfonos, magnetófonos, así como sus simuladores y derivados y toda clase de aparatos eléctricos de uso doméstico.

**SEGAD, SA** Fue fundada el 11 de agosto de 1955 bajo la denominación de «Manufacturas Industriales del Frío, SA». El 9 de enero de 1962 cambia su denominación por la de «Ignis Ibérica, SA».

El 25 de mayo de 1965, Philips Ibérica SAE suscribe acciones por valor de 25,2 millones de pesetas en el aumento de capital efectuado.

El 10 de julio de 1972 cambia la denominación por la que ostenta actualmente de «Sociedad Española de Grandes Aparatos Domésticos, SA» (SEGADSA).

Su cometido era la fabricación y comercio de toda clase de aparatos de refrigeración, calefacción, acondicionamiento de aire, aparatos electrodomésticos, cocinas eléctricas, de gas y de cualquier otra clase de energía. Se vendió a Whirpool.

**LÁMPARA DÍA** Constituida en Barcelona como sociedad limitada el 22 de octubre de 1941. El 12 de septiembre de 1966 se transforma en anónima. En noviembre de ese mismo año el grupo Philips adquiere el 80% de las acciones de Lámpara Día.

Esta empresa se encargaba de las lámparas eléctricas de automóvil, señales y miniatura, es decir, lámparas de bajo voltaje.

**EXCEL, SA** Fundada en Barcelona el 31 de diciembre de 1942 como Sociedad Regular Colectiva bajo la denominación de «Oliveras y Cía., SC.».

El 21 de julio de 1948 se transforma en sociedad limitada, cambiando su denominación por la de «Fábrica Española de Lámparas Eléctricas Excel».

El 22 de enero de 1955 se transformó en Sociedad Anónima.

A finales de 1969 Philips adquiere las acciones de esta Sociedad.

Su cometido era la fabricación y venta de lámparas eléctricas.

**HISPAFER** A finales de los años 60 el Consejo de Dirección de Philips en Holanda toma la decisión de concentrar en un solo centro, Guadalajara, la producción de ferritas no profesionales hasta entonces fabricadas en distintas plantas europeas.

En el verano del año 2000, Philips vende Hispafer a un grupo taiwanés, aunque se reserva ciertos derechos al convertirse en su principal cliente.

**LÁMPARAS Z** Fundada en Barcelona el 16 de enero de 1908 bajo la denominación de «Sociedad Española de Lámparas Eléctricas Z» y con domicilio social en Barcelona.

Su función originaria era la explotación directa o indirecta de los inventos patentados relativos a la fabricación de cuerpos conductores de la luz o del calor, producidos por la electricidad; la obtención de metales al estado puro y la fabricación de lámparas eléctricas de incandescencia y de filamentos para las mismas; la fabricación y la venta de filamentos de zirconio-carbón y metálicos puros para lámparas eléctricas de incandescencia, y la obtención y gestión de patentes relacionadas con estos temas.

**GIESA** Fundada por Joaquín Guiral y denominada «Guiral Industrias Eléctricas, SA». Ubicada en Zaragoza, abarca todas las actividades de la Industria Eléctrica: maquinaria, motores, conductores, toda clase de material eléctrico, alumbrado, así como electrodos, soldadura, ascensores, tubo Bergmann, transformadores...

Fuente: Extracto a partir de «75 aniversario de Philips (2001)».

## TELMAR/MARCONI ESPAÑOLA

Ya hemos comentado que la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos se transformó en 1917 en la empresa conocida como *Telmar* (Telegrafía Marconi) y que ésta cambió su nombre en 1935 por el de *Marconi Española*, empresa que pasaría a pertenecer al Instituto Nacional de Industria después de la guerra civil española.

Para hacernos una idea de lo que suponía para España la creación de esta industria baste señalar el nacimiento paralelo en Estados Unidos de otra empresa concesionaria de la casa Marconi de Londres para actividades radioeléctricas, la cual se convirtió posteriormente en la poderosa *Radio Corporation of America*, más conocida por su acrónimo RCA.

*En 1919, al finalizar la Primera Guerra Mundial, Telmar estableció una sección para fabricar las válvulas termoiónicas utilizadas en los transmisores y receptores. En ese mismo año, y bajo licencia Hughes, se construyeron equipos telegráficos para el servicio de Correos y Telégrafos*

---

La Compañía de Telegrafía sin Hilos tenía una estación en Aranjuez, y estas instalaciones fueron visitadas por Guillermo Marconi, acompañado del general Bascarán, primer presidente de la Compañía. Durante esa visita, de la que se conservan fotografías, se realizaron comunicaciones con Clifden (Inglaterra).

Telmar se instaló en la calle Vandergoten, en Madrid, y desde su origen fabricó e instaló estaciones costeras en toda España, además de centros de comunicaciones internacionales de telegrafía sin hilos en Madrid, Barcelona y Canarias. Los servicios eran ofrecidos por Transradio Española.

El aspecto de esta industria tenía un gran parecido con un taller electromecánico. Predominaban los espacios llenos de motores eléctricos con poleas y grandes correas de transmisión para mover los tornos. Había también en sus naves robustas mesas de ensamble y ajuste donde se integraban y probaban los subconjuntos electromecánicos de los equipos.

En 1919, al finalizar la Primera Guerra Mundial, Telmar estableció una sección para fabricar las válvulas termoiónicas utilizadas en los transmisores y receptores. En ese mismo año, y bajo licencia *Hughes*, se construyeron equipos telegráficos para el servicio de Correos y Telégrafos. También se fabricaron cincuenta equipos de telegrafía sin hilos para barcos.

La fabricación de radiogoniómetros, equipos esenciales para la navegación, comenzó en 1921 y fue ya una constante en los productos de Marconi Española, origen de lo que se llamó *Ayudas a la navegación*. También en este año comenzaron los suministros a las FFAA con equipos para los aviones empleados en operaciones militares en Marruecos.

El rey Alfonso XIII visitó los talleres el 23 de noviembre de 1923 y el 17 de junio de 1925 inauguró la emisora de radiodifusión *Unión Radio de Madrid* que fue fabricada e instalada por Telmar, siendo ésta el origen de otra vocación industrial de la empresa, diseño y fabricación de receptores y transmisores de radiodifusión comercial que hizo famosa la marca *Marconi*. Hubo un tiempo en el que muchísimos hogares españoles tenían un receptor de radio o televisión Marconi

Otro hecho relevante fue la utilización por el *Plus Ultra* de los equipos receptor, transmisor y radiogoniómetro que le guiaron en su viaje transatlántico hasta Buenos Aires, en 1926. Este equipamiento permitió a los aviadores, por primera vez en España, mantener la comunicación constante con barcos y mantener el rumbo exacto que los guió entre Gando y Porto Praia y entre Porto Praia y la isla de Fernando Noronha.

Desde 1939 se sumó a las actividades de radio la construcción de instrumentos de vuelo bajo licencia de *Askania* y *Sperry* que abarcaban toda la gama necesaria para volar: telebrújulas de piloto y observador, indicadores de velocidad, altímetros, variómetros, indicadores de rumbo, giróscopos, etc.

En 1946 se inauguró la fábrica de Villaverde que fue su sede industrial hasta la desaparición de Marconi Española en 1989. Una vez adscrita al INI siguió con las actividades citadas, fabricando equipos, a veces con licencia, pero en la mayoría de las ocasiones desarrollados y fabricados íntegramente en su factoría.

Como ya hemos señalado, de la época inicial hay pocas estadísticas, pero sí podemos señalar un informe de la Cámara Oficial de la Industria de Madrid, de 1950, sobre las siete industrias madrileñas con más de 1.000 empleados, una de ellas Marconi, y que reproducimos en el cuadro 16.4.

Cuadro 16.4. <b>Empresas industriales madrileñas con plantilla superior a 1.000 empleados, en 1950</b>		
Empresa	Objeto social	Censo
Standard Eléctrica	Material eléctrico y de radio	3.550
Construcciones Aeronáuticas	Aeronáutica	1.800
Marconi Española	Material eléctrico y de radio	1.603
Unión Eléctrica Madrileña	Electricidad	1.341
Manufacturas Metálicas Madrileñas	Aluminio	1.300
Jocobo Schneider	Calefacción, ascensores, saneamiento	1.172
Talleres Grasset	Fundición de metales. Calderería	1.000

Fuente: Cámara Oficial de la Industria de Madrid.

Como sucedía en muchas de las grandes industrias de la época y dado que la ubicación de la factoría estaba alejada del núcleo urbano de Madrid y existían deficiencias de transporte público se construyó un apeadero para el ferrocarril a pie de fábrica y un poblado de nombre *Colonia Marconi*, con 196 viviendas para operarios y 6 chalets para ingenieros y directivos. La colonia se estructuró como un pueblo con escuela, iglesia, plaza, etc. (Como anécdota, Raúl, el famoso jugador del Madrid, se crió y dio sus primeras patadas al balón en la Colonia Marconi, donde vivían sus padres, antiguos empleados de la empresa.)

En 1968 la compañía se integró en la multinacional ITT, siendo gestionada desde Standard Eléctrica. En ese momento incorporó a su gama de productos subconjuntos para las centrales telefónicas *Pentaconta*. (En el capítulo siguiente se describe su evolución a partir de esta fecha.)

## SE FUNDA STANDARD ELÉCTRICA

El contrato firmado en 1924 entre el Estado y la joven empresa americana ITT que dio lugar a la constitución de la Compañía Telefónica Nacional de España imponía a ITT la *obligación* de suministrar todos los equipos necesarios para instalar y explotar la red, señalando, eso sí, que en gran parte tenían que ser de origen español. De esta forma el monopolio de la prestación del servicio se extendía al ámbito industrial, y algo que normalmente puede considerarse un privilegio más que una obligación constituía en esta ocasión un auténtico reto.

No hay que olvidar que el grupo capitaneado por Sosthenes Behn no disponía de ningún centro fabril ni tecnología para fabricar los equipos y, además, con recursos humanos y materiales limitados. Para explicar la forma brillante en que se solventaron esas carencias tenemos que remontarnos unos años.

### Los antecedentes

En diciembre de 1899 tuvo lugar la fusión de la *American Bell Telephone Company* (creada en 1885 por la *Bell Telephone* para gestionar las líneas de larga distancia) y la *American Telephone and Telegraph Company*, dando lugar a AT&T, la empresa que durante tanto tiempo ha sido referente mundial en telecomunicaciones con *Western Electric Company* (que no se debe confundir con la *Western Union*, líder mundial en el campo de la telegrafía, que en 1978 había llegado a un acuerdo con la Bell de no entrar en telefonía si esta última no entraba en telegrafía) como unidad fabricante de los suministros y *Bell Telephone Laboratories* como centro de I+D, participada en un 50% por cada una de las dos anteriores.

Por su parte, Western Electric creó una división internacional con el nombre de *International Western Electric Company* (IWEC) que fue estableciendo fábricas en Inglaterra, Bélgica, Francia, España, Italia y Holanda, e incluso controlando algunas compañías en Japón y China.

Muchos años después, los hermanos Behn, oriundos de la isla Sant Thomas, entonces colonia danesa, hijos de padre danés y madre francesa, que por diversas circunstancias poseían y participaban en diferentes negocios telefónicos en Puerto Rico y Cuba y explotaban un cable submarino entre La Habana y Key West, decidieron fundar, en 1920, la *International Telephone and Telegraph Corporation* (ITT) con sede en Nueva York, con la intención de expandir sus actividades a Europa y a algunos países americanos.

Una vez conseguida la concesión en España y, según algunos autores, utilizándola como garantía para obtener fondos de la banca Morgan, los hermanos Behn (Sosthenes era presidente y Hernand vicepresidente ejecutivo de ITT) adquirieron, el 30 de septiembre de 1925, el 100% de IWEC y le cambiaron de nombre, pasando a ser *International Standard Electric Corporation* (ISEC). Se consideró que el precio pagado —30 millones de dólares— era excesivo ya que el conjunto de



*La empresa de Western en España era Teléfonos Bell SA que se había constituido en Barcelona el 28 de diciembre de 1922, por iniciativa del industrial catalán Muntadas*

---

empresas adquiridas facturaban, en total, 32,5 M\$, con un margen de beneficios muy escaso. Ayudó en la operación el hecho de que la legislación antitrust americana obligaba a Western Electric a deshacerse de su negocio internacional.

La empresa de Western en España era *Teléfonos Bell SA*, que se había constituido en Barcelona el 28 de diciembre de 1922, por iniciativa del industrial catalán Muntadas (miembro de la familia que contribuyó eficazmente al desarrollo de la ciudad, motivo por el que el aeropuerto del Prat lleva ese nombre).

Esta empresa, con una plantilla inicial de 250 personas, familiarizada con los productos Western, recibió su impulso en octubre de 1925 para suministrar equipos a CTNE, con el ingeniero español José María Clará al frente de la compañía (treinta años después sería consejero delegado de CTNE) y con la eficaz ayuda, en formación y suministro de materiales, de la empresa existente en Bélgica (BTM-Antwerp). De esta forma, desde el primer momento se comenzaba con suministros nacionales para atender los deseos de la operadora, reiterados por su presidente en diciembre de 1926, al inaugurar la central de Hermsilla.

## **La nueva sociedad**

Las expectativas existentes, y la visión de S. Behn, aconsejaban planteamientos más ambiciosos. Con ese fin, el 21 de enero de 1926 se firmó la escritura de constitución de Standard Eléctrica SA, para comenzar sus actividades el 1 de febrero, con el objeto social (artículo 3 de sus Estatutos) de *la fabricación en general de toda clase de material telefónico*, y un capital social de 15 millones de pesetas.

El Consejo de Administración inicial estaba presidido por el duque de Alba (igual que CTNE) y, como vicepresidentes, el marqués de Urquijo y Douglas H. Baker. Entre los consejeros figuraba Sosthenes Behn y en la primera Junta General (el 23 de marzo de 1927) se nombraron nuevos consejeros, entre ellos a Hernand Behn.

Para iniciar la producción de forma inmediata Standard adquirió la empresa de Barcelona (que siguió fabricando hasta su traslado a Madrid el 1 de junio de 1928) y decidió además adquirir terrenos para una fábrica de cables y otra de aparatos.

Para la fábrica de cables, tras estudiar los diferentes puertos de España, para ver cuál ofrecía mayores facilidades para exportar a Latinoamérica, en febrero de 1926 se adquirió un solar de 30.000 m<sup>2</sup> en los pueblos de Muriedas y Maliaño (Santander), situado junto a la carretera Santander-Bilbao, la línea de ferrocarril del Norte, lindando con la ría navegable del Bóo y muy cerca de las estaciones

férreas de Maliaño (de la red de Ferrocarriles Económicos) y de Astillero (de los Ferrocarriles del Norte de España).

El 1 de junio de ese año se comenzaron las obras de cimentación del edificio central y 15 naves, que ocuparían una superficie total construida de 3.795 m<sup>2</sup>. Poco después de un año, el 25 de agosto de 1927 se inauguró la planta, con la presencia del rey Alfonso XIII.

Para la fábrica de aparatos se decidió que la mejor ubicación era Madrid. Con ese fin se adquirió en marzo de 1926 un solar de 5.000 m<sup>2</sup> en el barrio de Delicias, en una manzana delimitada por las calles Ramírez de Prado, Vara del Rey y Bustamante, comenzando las obras, para un edificio de cinco plantas, el 16 de noviembre de 1926. Poco después, en el mes de julio, se adquirieron unas naves contiguas, de 3.950 m<sup>2</sup>, que permitieron instalar la maquinaria para el inicio de la producción inmediato.

El primer edificio, de una serie de seis, de 7.660 m<sup>2</sup>, se concluyó a finales de 1927 y el 24 de febrero de 1928 fue inaugurado, también por el rey y el presidente del Consejo de Ministros. Una de las plantas se dedicó a oficinas, con lo que pudo prescindirse de las establecidas inicialmente en Pi y Margall 5. En 1930 se añadieron dos nuevos pabellones. Las ampliaciones y adquisición de terrenos colindantes continuaron durante años sucesivos y en 1940, siguiendo la línea arquitectónica del edificio inicial, se completó todo el frente de fachada de Ramírez de Prado.

## La tecnología

La compra de IWEC incluía la cesión de patentes, excepto las relativas a cables submarinos, y en las empresas no supuso ningún quebranto en su actividad ya que la mayoría de profesionales y ejecutivos continuaron en sus puestos. El único cambio fue de nombre; por ejemplo, la inglesa pasó a llamarse *Standard Telephones and Cables Limited* (STC), la belga *Bell Telephone Manufacturing Co* (BTM) y la francesa *Le Material Telephonique* (LTM).

En aquella época, un punto clave desde el punto de vista de la tecnología, era el sistema automático de conmutación utilizado en las centrales telefónicas. Desde 1889, poco después de la invención del teléfono existía el sistema *paso a paso* (o Strowger en honor de su inventor), que con sucesivas modificaciones perduró durante mucho tiempo, y era empleado por los fabricantes pioneros europeos como Siemens o Ericsson. Más de veinte años después, los Laboratorios Bell desarrollaron dos nuevos sistemas, con una filosofía diferente: el *Panel* para el mercado americano y el *Rotary* para el mercado internacional, y las fábricas de Londres y Amberes se prepararon para su fabricación.

En Inglaterra se instalaron en 1912 dos centrales paso a paso (en Londres y Epsom) y en 1914 una rotary en Darlington y en 1916 otra en Dudley; el comienzo de la contienda impidió decidir cuál era el sistema preferido por el Post

Office. Al acabar la I Guerra Mundial, Western Electric necesitaba imperiosamente que alguna administración europea adoptase el sistema rotary pues la competencia con los sistemas paso a paso ofrecidos por *Automatic Electric* de Chicago (o de *Siemens & Halske* en Alemania) era muy dura, y tanto Inglaterra como Alemania ya habían adoptado el sistema paso a paso en su red. No obstante, en 1923 IWEC había instalado centrales rotary en Oslo, Copenhague, La Haya, Zurich y Bruselas.

La oportunidad siguiente se presentó en Francia, cuando ITT acababa de adquirir IWEC y ya demostró mayor agilidad comercial que la Western. En esta ocasión, después de muchas gestiones y ofertas, el PTT francés convocó en octubre de 1925 un concurso a fin de seleccionar el sistema de conmutación para París. Se presentaron cinco compañías; dos fueron descalificadas, quedando las tres siguientes: Le Matériel Téléphonique (con rotary), Thomson-Houston (con paso a paso) y Societé des Telephones Ericsson (sistema Ericsson de 500 puntos). Hubo un largo período de negociaciones hasta marzo de 1926, y en ese período Behn dio los pasos necesarios para adquirir la división de telefonía de Thomson-Houston, lo que ocurrió en abril, convirtiéndose en *Compagnie Generale de Constructions Telephoniques* (CGCT). Tras una espectacular campaña de información a los operarios del PTT consiguieron la central de Carnot, de 6.000 líneas, que fue inaugurada en septiembre de 1928.

La información anterior tiene por objeto destacar la tremenda importancia que tuvo para ITT conseguir la concesión de nuestra red y posteriormente que España adoptase el sistema automático de conmutación rotary, básico para la modernización de la red española, pero también para que fuese adoptado por otros PTT. Pocos años después, en 1932, Standard ya había instalado 42 centrales Rotary 7 A que atendían a más de 171.000 teléfonos automáticos, cifra sólo superada, en aquel momento, por Italia. La empresa siguió fabricando diversas versiones del rotary hasta principios de los sesenta en que introdujo el sistema *Pentaconta*. La central de Igualada, inaugurada en 1962, fue la primera de este sistema.

## **Evolución de Standard**

Los primeros años fueron espectaculares, tanto por la rapidez en la construcción y puesta a punto de las fábricas de Maliaño y Ramírez de Prado, por la formación de personal (realizada en Madrid y Maliaño y en otras fábricas europeas de ITT), como por el grado de nacionalización de los equipos que desde el primer momento se alcanzó. En 1929, con motivo de la Exposición Universal de Sevilla, su tecnología tuvo un gran éxito al poner en funcionamiento uno de los mayores circuitos telefónicos del mundo (9.880 kilómetros) para enlazar Madrid y Sevilla con Buenos Aires y Montevideo.

Poco antes, en diciembre de 1928, se había terminado el cuadro de fuerza para la central telefónica más grande de Europa, en la Gran Vía de Madrid. El cuadro permitía maniobrar las máquinas y baterías necesarias para el suministro

de energía a la red telefónica, con capacidad para alimentar 40.000 líneas telefónicas, una central interurbana de 150 operadoras, 100 repetidores telefónicos, sistemas de corrientes portadoras, etc.

En este mismo año comenzó un proceso de diversificación, con venta de material telegráfico, de radio, de iluminación y científico, que ayudó de forma eficaz a mejorar los resultados, incluso de forma notable, como ocurrió en 1934.

El éxito que tuvo el cable interurbano fabricado en Maliaño sirvió para incrementar las exportaciones a varios países, especialmente sudamericanos.

Sin embargo, en esta primera etapa, con ITT accionista de CTNE (1924-1945) existieron períodos de graves problemas sociales, políticos y económicos, como la crisis industrial de 1931, que obligó al cierre temporal de Maliaño y trabajar *al ralentí* en Madrid; la guerra civil española, durante la cual estuvieron incautadas las fábricas, seguida de una posguerra en pleno conflicto mundial, y posterior bloqueo internacional, que ocasionó una carencia casi absoluta de materias primas y productos semielaborados, y todo ello sin citar los problemas humanos que generan estas situaciones.

En 1930, el duque de Alba, presidente de la Compañía desde su constitución, fue nombrado ministro de la Corona en el gobierno presidido por el conde de Xaüen, sustituyéndole provisionalmente el vicepresidente primero, marqués de Urquijo, que siguió ocupando este puesto ¡en funciones! durante 18 años, hasta su fallecimiento en 1948.

En el cuadro 16.5 se indica la evolución de un parámetro significativo en este primer período de la existencia de Standard Eléctrica que tiene la ventaja de ser objetivo, como es la evolución del número de empleados, sumando las plantillas de Maliaño y Ramírez de Prado. Las cifras corresponden a los datos a 31 de diciembre de cada año.

<b>Cuadro 16.5. Evolución de la plantilla de Standard Eléctrica (período 1926-1946)</b> (no se incluyen los años correspondientes a la guerra civil)					
Año	Plantilla	Año	Plantilla	Año	Plantilla
1926	688	1932	1.121	1941	1.146
1927	989	1933	652	1942	1.269
1928	1.807	1934	995	1943	1.551
1929	1.719	1935	1.068	1944	1.889
1930	2.187	1939	950	1945	2.489
1931	1.155	1940	1.131	1946	3.221

Como ya se ha comentado en otros capítulos, en 1945 se produjo la nacionalización de la CTNE, haciéndose cargo el Estado, el 14 de mayo, de las acciones que obraban en poder de ITT. Simultáneamente, la operadora adquirió un importante paquete de acciones de Standard, que en la Junta de 29 de marzo de 1946 amplió su capital social hasta 30 millones de pesetas, quedando Telefónica con el 31%.

A finales de junio de 1946 Standard Eléctrica firmó con la CTNE un contrato de asesoramiento técnico y de suministro de equipos por veinte años, con lo cual la salida de ITT del capital de Telefónica no afectó a la marcha de la sociedad. Es más, en ese año se batieron todos los records ya que en Ramírez de Prado se fabricaron 32.000 teléfonos, 10.000 líneas automáticas, 800 centralitas telefónicas y 6.000 aparatos de diversos tipos. Las restricciones eléctricas entonces existentes afectaron de manera especial a Maliaño que, junto con la falta de materias primas, retrasaron hasta el año siguiente, 1947, su recuperación, cuando ya fabricaron 110 millones de metros de conductor y 300.000 cordones telefónicos.

A partir de esa fecha y hasta mediados los años setenta el crecimiento fue constante, y de ese período merecen destacarse los hechos siguientes:

- crecimiento continuo del número de teléfonos fabricados, alcanzándose la cifra de un millón en 1954, y los dos millones en 1962. En 1969 ya se alcanzaban los cuatro millones.
- puesta en funcionamiento, en 1957, del cable coaxial que unía Barcelona y Madrid, pasando por Zaragoza, con una capacidad de 252 circuitos.
- instalación de los primeros radioenlaces, con la tecnología más moderna del momento, aptos para la transmisión de señales de televisión, servicio que estaba iniciándose en España.
- completar en el año 1959 la automatización de las 50 capitales de provincia.
- puesta en marcha, en 1962, de las primeras centrales Pentaconta, ya comentado y, unos años después, de la versión PC-32 para atender la telefonía rural.
- continuando con la política de diversificación, y para atender los planes del Gobierno, en 1958 se comenzó la fabricación de televisores y sus componentes.
- .....

Desde el punto de vista de desarrollo de las unidades de producción hay que destacar que en 1957 se adquirieron 125.000 m<sup>2</sup> en el kilómetro 5 de la carretera de Toledo, término municipal de Villaverde, donde se levantó un moderno complejo destinado a la fabricación de las centrales Pentaconta, con 45.000 m<sup>2</sup> edificios, inaugurado en 1964.

En 1960 se decidió crear una nueva empresa filial, CITESA (*Compañía Internacional de Telecomunicación y Electrónica*), dedicada a la fabricación de teléfonos y centralitas, tanto para el mercado nacional como para exportación. Comenzó sus actividades en Madrid y en 1964 se trasladó a la planta construida con ese fin en Málaga, modernas instalaciones con capacidad para fabricar más del millón de teléfonos anuales, como ocurrió a partir de 1971.

También fue un período con cambios importantes en el vértice de las empresas. Como ya dijimos, en 1955 José María Clará pasaba a consejero delegado de CTNE. Ese mismo año se nombró director general de Standard a Manuel Márquez Mira, y poco después también vicepresidente ejecutivo. En junio de 1957 falleció en Nueva York Sosthenes Behn, que hasta el año anterior había seguido siendo presidente de ITT y consejero de Standard. Después de un período transitorio en busca del sustituto adecuado, en 1959 fue nombrado presidente de ITT, Harold Sidney Geneen, hasta entonces vicepresidente ejecutivo de Raytheon, y con él llegó una etapa diferente para la multinacional. Ese mismo año, Manuel Márquez fue nombrado presidente de Standard, puesto que ocupó hasta finales de 1966, cuando se retiró por motivos de salud. Desde los diferentes puestos que ocupó fue el alma del desarrollo técnico y fabril de la sociedad, que bajo su mandato pasó de 660 millones de ptas. de volumen de negocio en 1955 y una plantilla de 6.600 personas, a ventas por 5.850 millones y 13.850 puestos de trabajo en 1966

La historia de Standard Eléctrica no acaba aquí, aunque sí la descripción de sus primeros años. A principios de los setenta, con el establecimiento de otras multinacionales en España para atender las necesidades de la Compañía Telefónica, se configuró un nuevo escenario en el que Standard (hoy Alcatel) siguió jugando un papel fundamental, como analizamos en el capítulo siguiente.

## LA INDUSTRIA PIONERA DE RECEPTORES DE RADIO Y TELEVISIÓN

La gran aceptación por parte del público de los servicios de radiodifusión generó una demanda de equipos receptores que fue básica para el desarrollo de la industria electrónica. De hecho podemos decir que ésta nació en 1907, como consecuencia primero de la utilización, por parte de Fleming, del *efecto Edison* permitiendo la detección y demodulación de señales de radio, con su invento del *diodo* o *tubo de Fleming*, y, en segundo lugar, cuando De Forest (en 1907), como ya se ha comentado en otros capítulos, añadió un tercer electrodo a dicho tubo, logrando con este *tríodo* amplificar las señales de radio, aspecto básico para el desarrollo de la radiodifusión. Fue consciente de la importancia de su invento como lo demuestra el hecho de que, en 1910, fundara una empresa para fabricar receptores de radio.

En esta ocasión España no se durmió puesto que la industria radioeléctrica nacional la inició en Madrid, en 1917, el ingeniero Antonio Castilla que fundó la *Compañía Ibérica de Telecomunicación* donde se construyeron equipos emisores,

*Para el fomento de las nuevas técnicas, en 1921 se fundó la Asociación Radioeléctrica de Cataluña, que un año después se convirtió en Radio Club Cataluña, al tiempo que en Madrid se creaba Radio Club España*

---

utilizados en diversas experiencias, como se indicó en el primer capítulo, receptores e, incluso, las primeras válvulas de radio. Con los ingresos por la venta de los receptores financiaba *Radio Ibérica SA* para transmitir programas que generasen nuevos radioyentes.

También hay que destacar que la primera experiencia de TSH realizada en España tuvo lugar en la Universidad de Barcelona, por iniciativa del que posteriormente fundó, utilizando su apellido, la empresa *Noble* que con el tiempo se convertiría en *Anglo Española de Electricidad*.

En esa primera época, como ya hemos citado, la casa Marconi instaló en Madrid *Talleres Telmar SA*, que años más tarde se nacionalizó y cambió su nombre por el de *Marconi Española SA*.

Posteriormente se fundó en Madrid, Alcalá 69, una sociedad para la construcción de aparatos radiotelefónicos, con nombre *Radiotelefonía Española*, que disponía también de una emisora y que comenzó fabricando discos de gramófono, de buena calidad para aquella época. A finales de 1923 se fusionó con la empresa creada por Castilla y adoptó el nombre de *Radio Ibérica*, anteriormente citada. Ante el interés que estaban creando las audiciones, los comerciantes del llamado *ramo eléctrico* se dedicaron a importar equipos, frenando la venta de los receptores locales, por lo que, al fallar la financiación, Radio Ibérica dejó de transmitir.

Para el fomento de las nuevas técnicas, en 1921 se fundó la *Asociación Radioeléctrica de Cataluña*, que un año después se convirtió en *Radio Club Cataluña*, al tiempo que en Madrid se creaba *Radio Club España*.

Hacia 1924 surgieron pequeños talleres, especialmente en Barcelona, fabricando componentes, receptores de galena (posteriormente a válvulas), destacando *Radio Saturno*, creada por los técnicos de telégrafos Marín y Fortuny, o *Radio Onda*, con fabricación en serie de los equipos, fundada por el ingeniero italiano Pellichione. Pero los fabricantes nacionales tenían que competir con marcas que habían triunfado en sus países, como Telefunken, Philco, Philips, Westinghouse, Clarion, Kennedy, Emerson, Zenith, RCA-GE, Warner, etc. Años más tarde, con la llegada de la televisión, estas mismas marcas, directamente o mediante acuerdos de transferencia de tecnología con empresas españolas, volverían a triunfar en nuestro mercado.

Para defenderse de las importaciones, los fabricantes crearon en Barcelona, en 1935, la Asociación Nacional de Constructores de Aparatos de Radio y Anexos (ANCAR), con el ingeniero Guillén García al frente; asociación que casi cuarenta años después se convertiría en Aniel. Su acción inicial duró poco pues en el período 1936-39, como consecuencia de la guerra civil, los talleres fueron incau-

tados y prácticamente desapareció la industria radioeléctrica. Acabada ésta, y con la existencia ya de cuatro cadenas de emisoras en funcionamiento a partir de 1940, comenzó de nuevo el desarrollo, hasta el extremo de que en 1945 ANCAR contaba ya con 146 miembros.

Este incremento en el número de asociados se vio favorecido por las dificultades de las empresas españolas en la posguerra, sin materias primas, sin divisas y con Europa destruida por la II Guerra Mundial, por lo que estas empresas, mediante planteamientos asociativos, buscaban soluciones a esos problemas.

Un paso previo para recomponer esta industria consistía en fabricar componentes. Los llamados pasivos —resistencias, condensadores y bobinas principalmente— se resolvían, hasta final de los años veinte, con soluciones caseiras utilizando el grafito de las minas de los lapiceros o condensadores hechos con tiras de papel, y de papel de plata, devanadas conjuntamente; pero los avances de la física y de la química, más el ingenio de muchos promotores para *industrializar* sus ideas, permitieron ofrecer al mercado resistencias bobinadas, con hilos de aleaciones especiales, o compactas, a base de carbón pulverizado y extruido, condensadores variables o fijos con diferentes tipos de dieléctrico, fabricados por un número importante de talleres que iban surgiendo, básicamente en Cataluña. En la década de los cuarenta había una enorme demanda para los componentes que no se podían importar y aparecieron *las calles de la radio* (Borrell y Sepúlveda, en Barcelona) donde un gran número de establecimientos comerciales vendían los componentes nacionales y los *importados* que de una u otra forma podían conseguir.

El colapso de la economía española obligaba a una fuerte protección de la incipiente industria nacional, con complejos procedimientos, como los *Certificados de Productor Nacional* o los *Certificados de Calidad y Capacidad de Producción*, para impedir la importación de material extranjero similar al existente en España, certificados de difícil consecución pero imprescindibles para participar en los concursos del Estado o para solicitar licencias de importación de materias primas. Además, en algunos sectores, como ocurrió con los productos electrónicos, se fijaron precios máximos de venta, tomando como referencia los existentes en 1936, lo que constituyó un serio inconveniente porque las circunstancias eran muy diferentes y porque las soluciones nacionales sustitutivas existentes, con series extremadamente cortas, tenían un precio muy superior al de importación de antes de la guerra. Por otra parte, la renta *per capita* española, en el año 1950, era inferior a la existente en 1929, lo que indica que el nivel de consumo forzosamente tenía que ser bajo.

Sin embargo, en el año 1950 se fabricaron ya 100.000 receptores de radio que incorporaban válvulas, condensadores, altavoces y resistencias nacionales, y a partir de esa fecha la situación comenzó a mejorar y a abrirse algo la economía tras los acuerdos comerciales con Estados Unidos acabando con el embargo a que estaba sometida España.



*Una de las razones principales para no disponer de datos fidedignos era el sistema fiscal de evaluación global que regía para las empresas pequeñas y medianas, que constituían la mayoría*

---

## EL SECTOR ELECTRÓNICO EN LOS AÑOS SESENTA

Durante los años cincuenta se produjo la incorporación de España a la OCDE, al Fondo Monetario Internacional, al Banco Mundial, y se creó, en Presidencia del Gobierno, la Oficina de Coordinación y Programación Económica. Además, al final de la década, el *Plan de estabilización* preparado por el grupo de tecnócratas que se incorporaron al Gobierno y la recuperación de la economía europea, tras el denominado *milagro europeo*, facilitó la entrada de capitales extranjeros y el comienzo de un período de desarrollo de la industria electrónica, especialmente el sector de consumo.

Conocer, en este sector, datos estadísticos precisos del volumen de producción de las diferentes empresas, o global del conjunto de ellas, era difícil todavía, y como hemos indicado no existía aún el sector, pero posteriormente se realizaron estimaciones que son de interés. Una de las razones principales para no disponer de datos fidedignos era el sistema fiscal de *evaluación global* que regía para las empresas pequeñas y medianas, que constituían la mayoría. En virtud de este sistema, el Ministerio de Hacienda fijaba, anualmente, el montante total que en concepto de impuestos debería pagar el conjunto de empresas que se dedicaban a la misma actividad, y entre ellas decidían cuál era la parte que correspondía a cada una, en función de sus ventas anuales. En esas negociaciones, auténtica *partida de póquer* (a la baja), todos trataban de exagerar sus dificultades y de demostrar lo bien que se había defendido la competencia, llegando, de forma conjunta, a resultados globales inferiores a la realidad.

La picaresca llegó al grado máximo con la fabricación de los televisores en blanco y negro porque, los fabricantes, en el precio de venta de los equipos tenían que incluir el elevado impuesto de lujo que recaudaban para el fisco. Si se declaraban menos equipos vendidos, se producía un ingreso extra, aunque con el riesgo de fuertes sanciones administrativas. Por otra parte, era de interés para muchos conocer las estadísticas reales, especialmente para el subsector de componentes y para los propios departamentos de marketing, y la solución la aportó la patronal Aniel a principios de los setenta. Las empresas adquirieron el compromiso de entregar sus datos reales en un acto conjunto, ante notario, si bien pudiendo dar sus datos en varias papeletas, que sumaban lo correcto, pero que impedían una posible identificación porque una cierta idea del *ranking* sí se tenía. El notario levantaba acta, y establecía las cifras finales, por tipo de productos, por ejemplo, televisores de 17 o 23 pulgadas. Con la colaboración de la Dirección General de Aduanas, donde existía información fiable de importaciones y expor-

taciones, Aniel comenzó a publicar los datos estadísticos que han servido de referencia hasta fechas recientes en que apareció la Memoria anual de la CMT, incluyendo los datos relativos a producción, importaciones, exportaciones y mercado aparente, como suma algebraica de los tres anteriores. En el capítulo siguiente al analizar la industria a partir de 1970 utilizamos esos datos con profusión.

No obstante lo anterior, cuando Aniel empezó a funcionar, estimó la variación de ciertos parámetros durante la vigencia del I y II Plan de Desarrollo, valores que dio a conocer en las I Jornadas Nacionales de Electrónica, organizadas conjuntamente con el Sindicato Nacional del Metal (Barcelona, junio de 1975), algunos de los cuales hemos resumido en los cuadros 16.6 y 16 7, de elaboración propia.

Cuadro 16.6. <b>Evolución del sector electrónico durante el I Plan de Desarrollo (1964-1967)</b>				
<i>Cifras estimadas en millones de pesetas</i>				
	Producción	Exportación	Importación	Consumo aparente
1964	12.668	443	5.483	17.608
1967	19.162	956	8.987	27.193
Incremento (%)	51,26	115,8	43,9	54,43

Fuente: Citada en el texto.

Cuadro 16.7. <b>Evolución del sector electrónico durante el II Plan de Desarrollo (1968-1971)</b>				
<i>Cifras estimadas en millones de pesetas</i>				
	Producción	Exportación	Importación	Consumo aparente
1968	23.005	1.517	10.375	31.913
1971	33.490	5.040	17.009	45.439
Incremento (%)	45,26	232,23	63,94	42,44

Fuente: Citada en el texto.

## **EJEMPLOS DE EMPRESAS CON TECNOLOGÍA PROPIA: MIER, AMPER, SITRE**

Durante el pasado siglo xx se crearon en España muchas empresas industriales en el sector de las telecomunicaciones, las cuales eran de diversa naturaleza: públicas o privadas, filiales de multinacionales o con capitales españoles, grandes, medianas o pequeñas y con el objetivo puesto en áreas que, en conjunto, cubrían un gran espectro. Algunas duraron poco tiempo, otras se *han deslocalizado* aprovechando las ventajas que ofrecen otros países, como en su día ocurrió con España,

*La realidad es que el sector industrial de las telecomunicaciones, en el aspecto tradicional de cadenas para fabricación en serie, partiendo de piezas o componentes, va perdiendo peso continuamente*

---

y algunas continúan o han evolucionado generando nuevas empresas. La realidad es que el sector industrial de las telecomunicaciones, en el aspecto tradicional de cadenas para fabricación en serie, partiendo de piezas o componentes, va perdiendo peso continuamente, dando lugar a plantas de montaje de subconjuntos semielaborados para aprovechar los bajos costes de los países asiáticos y poder competir en un mercado global. En otros muchos casos el diseño y aplicación de sistemas, que utilizan equipos foráneos, es la única alternativa viable. Labor nada desdeñable porque con su creciente atención y asesoramiento a los clientes, contribuyen a desarrollar la sociedad de la información en España y a mejorar la productividad de empresas y organismos. Cada época tiene sus afanes. Quizá las preguntas que podemos hacernos sean ¿cuál es el mínimo de industria (en el sentido tradicional) que necesitamos mantener?, ¿podemos permitirnos que desaparezca? Son preguntas que dejamos en el aire.

Por eso, sin intención de hacer un estudio exhaustivo de las industrias de telecomunicación españolas, pero sí con el ánimo de que los responsables de esas actividades empresariales se vean reflejados, hemos elegidos tres *casos* (en el sentido que puso de moda la Universidad de Harvard) que tienen en común responder a iniciativas de auténticos promotores, personas con ilusión suficiente para abrirse camino en el difícil período dominado por la posguerra española y la II Guerra Mundial, su énfasis por la tecnología propia y las empresas así creadas, y que con medio siglo de historia siguen estando presentes en el mercado, como ocurre con Mier, Amper y Sitre. Veremos que, en cada caso, la evolución ha sido muy diferente, para demostrar, una vez más, que en estos temas no existen recetas.

## **Mier**

Mier Comunicaciones SA celebró hace dos años su 50 aniversario y con ese motivo, para rendir un homenaje a todas las personas que habían pasado por la empresa, editó el libro *Llegar más lejos*. Para preparar estos párrafos, a pesar del conocimiento de la empresa y de la familia propietaria, hemos extractado de él los datos —para no cometer errores— que nos han parecido más significativos, y que son los siguientes:

**Radio Lyra, origen de la actividad.** Pedro y Ramón Mier Allende, naturales de Trescares (Asturias), al acabar la guerra civil contaban con dos herramientas potentes: juventud e ilusión. El mayor, Ramón, tenía 19 años, había hecho el bachillerato y un curso de radio por correspondencia impartido por el *Instituto*

*Técnico-Práctico de Radio* (INTEPRA) de Barcelona. Su ilusión era seguir estudiando y, si las circunstancias lo permitían, montar una empresa. Se trasladó a Cataluña y mientras hacía el servicio militar en Girona, tuvo la oportunidad de trabajar en *Optimus*, una de las empresas españolas pioneras en el mundo de la radio, encargándose de las emisoras de campaña y del taller de radio.

Los dos hermanos habían decidido abrir un establecimiento de radio y cuando acabó el servicio militar Ramón se trasladó a Barcelona. Para poner en marcha ese proyecto conjunto pidieron 75.000 pesetas a sus padres, residentes en Meré de Llanes, los cuales vendieron un terreno para atender la petición de sus hijos.

Con ese dinero adquirieron en traspaso el comercio *Lámparas Catalonia*, en el barrio de Sant Andreu y un stock de lámparas de alumbrado doméstico existentes en el local de 50 m<sup>2</sup>, que tenía además un pequeño altillo y un patio exterior. La evolución fue paulatina. El hueco que iban dejando las arañas que se vendían lo ocupaban aparatos de radio, amplificadores y un sinfín de utillajes necesarios para el nuevo negocio. Éste se llamó *Radio Lyra* (que significaba Lámparas y Radios) dedicado a montaje y reparación de aparatos de radio. La primera actividad fue la reparación de los viejos receptores que existían en algunos hogares y el alquiler de amplificadores. La demanda existía por el auge que habían adquirido los famosos *seriales* de Radio Barcelona.

Aprovechando la posibilidad de comprar componentes en las calles Borrell y Sepúlveda, posibilidad existente ya comentada, montaron receptores, a un ritmo de 30 al mes, y radiogramolas. El precio de venta de los primeros rondaba las 1.000 pesetas y el de las últimas variaba entre 3.000 y 7.000 pesetas.

Mientras tanto, Pedro compaginaba este trabajo con la venta de seguros de automóvil, lo que facilitó el establecimiento de contactos para lo que sería una de las nuevas actividades: fabricación y venta de antenas de radio para coches. Por su parte, Ramón estudió Maestría Industrial donde conoció a Daniel Grassot, alumno aventajado, al que ficharon como técnico principal de Radio Lyra.

Pero antes que las antenas, con el deseo de disponer de algún producto propio acometieron la fabricación de *equipos intercomunicadores*, convirtiéndose en pioneros de la especialidad, lo que supuso el salto definitivo al sector industrial.

**Se crea EMMA.** En 1950 observaron que las antenas de los radiorreceptores Philips podían perfeccionarse. Lo hicieron; se lo ofrecieron a Philips y se convirtieron en sus proveedores. En seguida ampliaron el número de clientes porque esas antenas destacaban por su calidad, tanto en la mecánica como en el acabado. El local se quedó pequeño y para instalar los baños electrolíticos que necesitaban, se trasladaron, en el año 1952, a la calle Nadal, en el mismo barrio y cambiaron el nombre por EMMA (*Electro Mecánica Mier Allende*) traspasando Lyra a Grassot.

La fabricación de los coches *Seat* en Barcelona fue un aliciente para su actividad. Establecieron una sociedad comercial, *Auto Radio Diagonal*, en el núme-

ro 388 de la avenida Diagonal, con representación exclusiva de los productos Philips, al 50% con otros socios asturianos del mismo apellido, pero que no eran familiares. Lo floreciente del negocio les llevó a contactar con una de las fábricas de antenas más importante de Europa: *Hirschmann*, firmando un contrato de licencia. Se llegó así a una situación en la que EMMA fabricaba para las principales industrias de autorradios como *Philips*, *Telefunken*, *Blaupunkt*, *Skreibson*, *Ford*, *Vallés*, *De Wald*, etc.

Las buenas relaciones con Philips han sido tradicionales y eso les permitió llegar a un acuerdo para vender sus autorradios con la marca EMMA-CAR.

La llegada de la televisión al comenzar los sesenta abrió nuevos campos. Para atender las nuevas necesidades de espacio compraron un solar en la calle Velia, esquina al Paseo de Fabra y Puig, donde construyeron su nueva sede. En 1966 se amplió con una nueva nave para los baños electrolíticos y en 1976, para una nueva ampliación se trasladaron a Llerona, a 30 kilómetros de Barcelona. Sucesivas ampliaciones del edificio se llevaron a cabo en 1968 y 1970.

Cuando comenzaron con las antenas de televisión ya existían en el mercado varias marcas: *Tagra*, *Televés*, *Ikusi*, *Fringe*, *Feclo*, *Rumbo*, siendo la dominante *Inelec* que tenía las licencias de *Hirschmann*. Para competir con éxito negociaron con *Fuba*, la marca alemana de más prestigio, consiguiendo un contrato de asistencia técnica. Fue una relación de 25 años, repleta de éxitos, especialmente con la X-Color —creación de Fuba que todo el mundo acabó copiando— o las *Beta* para automóvil.

**La innovación como objetivo.** A mediados de los años setenta se produjo un hecho de gran trascendencia para la empresa. Pedro Mier Albert, hijo de Pedro, acaba la carrera de ingeniero de telecomunicación formando parte de la primera promoción salida de la Escuela perteneciente a la Universidad Politécnica de Cataluña y recibe el encargo de su padre y de su tío de *crear tecnología propia*.

El tema elegido fueron los *reemisores* y la estrategia de Pedro junior consistió en buscar un lugar adecuado donde comenzar las investigaciones (pequeño edificio en Llerona, con posibilidad de disponer de un campo de antenas), firmar acuerdos de compra de tecnología para comenzar rápidamente (lo que se hizo con *Fuba* aprovechando las relaciones existentes) y en paralelo establecer una línea de colaboración con la Universidad. Contrató a varios jóvenes ingenieros, logrando un grupo pequeño pero muy eficaz.

En 1980, tres años después, tenían concluido el equipo para los concursos convocados por RTVE con motivo de los Campeonatos del Mundo de fútbol de 1982. El contrato obligaba al suministro llave en mano de una serie de centros repetidores en los que se contemplaba no sólo los equipos de transmisión sino la obra civil correspondiente: caseta, torre, cerramiento, etc. Este contrato abrió el éxito en este campo. Poco después ya llevaban instalados 50 reemisores.

Al acabar el Mundial quedaban pocas posibilidades para nuevos reemisores. Pedro dejó su puesto de profesor en la Escuela de Ingenieros para hacer un

*master* en dirección de empresas y junto con *Tagra* y un laboratorio de la propia Escuela abordaron el estudio de las antenas parabólicas para TV.

En 1983 ya tenían una patente europea sobre este tema, pero llegado ese momento Pedro propone a *la primera generación* (como él dice) abandonar el campo de las parabólicas dedicadas al sector de consumo y centrarse en aplicaciones profesionales. Aceptaron las razones y empezó una nueva etapa. Llegó la crisis del sector electrónico de 1983 y muchas empresas no pudieron sobrevivir. Fueron años duros para todos y también para la empresa de los Mier. Pero después de la tormenta siempre escampa, y en 1985 ganaron un concurso de la ESA (*Agencia Espacial Europea*) y ante la entrada de España en la CEE, al año siguiente, el Gobierno supo establecer una exitosa política de reindustrialización y, además, la llegada de las televisiones privadas aumentó la necesidad de nuevos repetidores en la red.

El contrato con la ESA, dentro del Programa de Tecnología Avanzada, consistía en diseñar, desarrollar y fabricar amplificadores en la misma banda (12 GHz) que la utilizada en las antenas parabólicas. El éxito del desarrollo fue tal que recibieron la contratación directa de los 37 amplificadores, desbancando a otras empresas seleccionadas inicialmente, pero que no cumplieron los plazos.

**Mier Comunicaciones SA.** Superada la crisis económica, Pedro Mier delegó en su hijo la gestión de la empresa. Hasta entonces coexistían los productos de consumo de la línea tradicional (antenas de radio y televisión) y los profesionales y, como parecía conveniente su separación, la familia Mier toma la decisión de crear una nueva empresa, *Mier Comunicaciones SA*, que adquirió a Mier Allende su línea de productos tradicionales.

Sin duda alguna los equipos electrónicos a bordo de satélites son los que están sometidos a especificaciones y sistemas de control más rigurosos. Fabricar alguno de estos equipos es alcanzar la meta. Ellos lo lograron en 1992 embarcando en el satélite EMSA-Intelsat los primeros amplificadores de potencia en estado sólido en banda Ku en 12 GHz.

Para adecuar sus instalaciones a las nuevas necesidades, se inauguró en mayo de 1993 la fábrica de La Garriga y desde allí continuaron los éxitos de sus productos hasta la actualidad. Equipos de vuelo para el satélite Artemis, y para el Italsat F2, entrega, en 1999, del transmisor de televisión 8.000, casi un millar de repetidores para el Plan de Cobertura Integral de Retevisión, y el proceso de internacionalización, primero en Portugal y poco después en los cinco continentes. En 1997 desarrollaron el primer Gap-Filler isofrecuencia para TV digital fabricado en el mundo y destinado a la red piloto de la Deutsche Telekom, en Berlín.

La radio y la televisión digital han sido campos abordados con éxito. Ganaron el concurso para el suministro llave en mano de la mayor red completa de TV digital SFN del mundo, lo que ha propiciado su participación en la mayoría de redes isofrecuencia que se están instalando en los países pioneros en este campo.

*Amper es un acrónimo, ligeramente modificado por aquello de la ortografía, de Antonio Peral, su fundador. Y es imprescindible comenzar describiendo su personalidad para valorar su obra.*

---

La relación anterior no es exhaustiva ni actualizada; lo importante era describir el proceso de evolución de una empresa española que optó por el difícil y provechoso camino de la tecnología propia.

**Una personalidad del sector.** A todo lo anterior habría que añadir que Pedro Mier Allende ha participado a lo largo de toda su vida en diversas asociaciones del sector electrónico, desde fabricantes de antenas hasta la patronal Aniel o la Confederación de Industrias Electrónicas, a la que representó en la CEOE y en todas ellas ocupando puestos de la máxima responsabilidad. Tuve la oportunidad de coincidir varios años en la Junta Directiva de Aniel y comprobar su dedicación y el ímpetu que ponía en desarrollar el sector, tanto a través de misiones comerciales, con Secartys, con Sonimag y otras Ferias o en la creación de Expo-trónica. Además, esa labor de tantos años, al igual que muchos de los productos citados, recibió el reconocimiento de múltiples premios y, por lo que vemos, su hijo no se va a quedar atrás.

## Amper

Amper es un acrónimo, ligeramente modificado por aquello de la ortografía, de Antonio Peral, su fundador. Y es imprescindible comenzar describiendo su personalidad para valorar su obra.

**Un hombre con vocación.** Antonio Peral Hernández nació el 17 de enero de 1921 en Puente del Congosto, pueblecito salmantino de la comarca de Béjar. De origen modesto, al quedarse huérfano de padre cuando tenía 14 años aumentaron las dificultades para la familia (no tenía más que a su madre y a su hermana María, más pequeña que él), en un momento que era también difícil para el conjunto de la sociedad española.

Al cumplir esa edad de 14 años sólo podía seguir en la escuela en la clase vespertina de adultos, lo que compaginaba con trabajos, haciendo de *correo* con los pueblos próximos, y llevando el pan a Santibáñez de Béjar, distante 8 kilómetros. Poco tiempo después, el maestro, Pedro Tío, aconsejó a su madre que dejase la escuela porque él no le podía enseñar más.

Se daba la circunstancia de que a partir de lo que había leído en un recorte de periódico que encontró, fue capaz de construir, posiblemente con la ayuda del maestro, una especie de intercomunicador que fue muy celebrado por sus vecinos, que lamentaban que Antonio no pudiese cursar estudios que le permitiesen aprovechar su imaginación y su iniciativa. Encontraron como una posible solución su incorporación al ejército como voluntario, para elegir Cuerpo y así trabajar en Transmisiones. Convencieron a su madre para que tomase esa decisión.

Al acabar la guerra civil se trasladó a Madrid para ingresar como voluntario en el Regimiento de Transmisiones de El Pardo. Enseguida comprendió que para conseguir lo que se proponía era imprescindible estudiar, por lo que, en primer lugar, se hizo radiotelegrafista, y seguidamente un curso de mecanografía a ciegas para optar a un puesto que le atraía. Destacó por su capacidad para recibir los mensajes en morse que directamente, y a gran velocidad, transcribía a máquina. Eso le valió que tres años después, en 1942, pasase a la emisora de radio de El Pardo, y así por las mañanas se dedicaba a recoger noticias internacionales, con las que se confeccionaba un boletín, y por las tardes, de 3 a 9, asistir a la academia Krahe para preparar el ingreso en la entonces Escuela Oficial de Telecomunicación. Siempre recordó esta época como la más dura de su vida por las pocas horas que podía dormir. Ingresó en la Escuela en 1946, formando parte de la promoción XXIV, que junto con otros 14 colegas terminaría sus estudios durante el curso 1950-51. Fue el primer salmantino en obtener ese título.

**Los primeros pasos.** No esperó a terminar la carrera para comenzar las actividades profesionales, ya que al finalizar el segundo curso pidió la baja en el Ejército y 15.000 pesetas a un familiar para registrar la marca AMPER. Si tomásemos como origen de la empresa el registro de la marca deberíamos remontarnos hasta 1948, pero lo adecuado es el momento de constitución formal de la sociedad mediante escritura notarial, y eso ocurrió, como veremos, en 1956.

Comenzó su actividad en el domicilio particular de unos amigos, montando receptores de radio, utilizando el crédito de un comerciante que le suministraba a cuenta dos *kits* y una vez pagados le reponía otros dos. Transcurrido un tiempo alquiló un local en el primer piso de un enorme edificio de la calle Montero, un antiguo hotel de Madrid, que estaba demolido en su parte posterior. Este local se componía de un pequeño recibidor con un largo pasillo, con un despacho al final, a través del cual se pasaba a una habitación de 10 m<sup>2</sup>, que era el taller mecánico, y del que, a su vez, se pasaba a una habitación mayor, de unos 40 m<sup>2</sup>, dedicada al montaje electrónico. Los servicios se compartían con los restantes centros comerciales de la planta, siendo los contiguos el Taller de confección Raulá y el Centro de Rehabilitación Cerro de los Ángeles. En el taller mecánico había un pequeño torno para hacer los mandos de los aparatos de radio a partir de barras de ebonita, y Peral siempre comentaba divertido que al torno había que alimentarlo desde el despacho, a través de un agujero en la pared, por el reducido espacio disponible.

Transcurrida una primera época en la que los equipos eran adquiridos por familiares y amigos decidió abandonar este tipo de actividad porque implicaba una acción comercial que estaba claramente en contra de su vocación e incluso de sus cualidades personales. Era incapaz de reclamar un pago si sabía que el moroso tenía dificultades económicas. Además, quería aplicar los conocimientos que su formación como ingeniero le había proporcionado. Y empezaron a trabajar en un intercomunicador, primer equipo desarrollado por Amper, con



versiones destinadas a los aviones en servicio en las FFAA, como los Heinkel y Junkel, y se dieron los primeros pasos en la telefonía de viviendas.

Cuando acabó la carrera en 1951 le insistieron para incorporarse a Standard Eléctrica y aunque no estaba en sus planes trabajar para otros aceptó, pero duró poco tiempo. De aquella época guardó un grato recuerdo y admiración por esa empresa con la que evitaba competir. Hasta el extremo de que años más tarde, cuando se ganaron concursos convocados por Telefónica, en los que Standard participaba (temporizadores, equipos de conservación a distancia y teléfonos de teclado) llamaba a Márquez Balín, como seguramente él recuerda, para excusarse y explicar lo vital que era para Amper conseguir esos pedidos.

**Se constituye la empresa.** El edificio de la calle Montera fue declarado en ruina, por lo que se abandonó y el 1 de septiembre de 1956 se trabajaba ya en la planta baja de Modesto Lafuente 78, un edificio de viviendas de siete pisos. Las protestas de los vecinos obligaron a trasladar el taller mecánico a un local de la calle Pasaje Romero 3, antiguas cuadras del conde de la Cimera.

Previamente, el 13 de julio de 1956, se registró como empresa con la denominación de *Amper Radio* SL (hasta entonces funcionaba como Laboratorios Amper Radio) y un capital social de 400.000 pesetas correspondiendo el 50% a José Malumbres, ingeniero naval, dueño del local. Se lanzó el sistema *Teleporta*, de telefonía de viviendas, pionero en España, y se comenzó con productos más profesionales, tales como los sistemas de sonorización de los trenes TER. Como ejemplo de la capacidad técnica e innovadora de este embrión de empresa basta señalar el hecho de ganar el concurso para dotar a las bases hispanoamericanas, que entonces se estaban construyendo, de complejos sistemas de intercomunicación en altavoz. Este trabajo acercó a la Compañía Telefónica, para la que se empezaron a fabricar prototipos. Uno de ellos, un contestador de llamadas telefónicas electromecánico que, al cabo de varios años, sería aceptado por la Compañía.

**La fábrica.** Telefónica estaba convencida de que un servicio contestador de llamadas era interesante, tanto para los abonados como para la propia Compañía porque se reduciría el número de llamadas perdidas y no cobradas. La cuestión era el almacenamiento de los mensajes: ¿dónde se hacía, en las centrales telefónicas o en terminales de abonado? Al principio se inclinaban por la solución americana, centralizada. Peral tenía claro que ese planteamiento significaba unas inversiones en las centrales, previas al establecimiento del servicio, que serían inviables en una operadora con importante lista de espera en el servicio telefónico normal. Sin embargo, con un equipo contestador en casa del abonado, por el que éste pagaría una cuota mensual, permitiría invertir en equipos según se produjesen las altas en el servicio, convirtiéndose en un buen negocio para la Compañía dado el reducido tiempo de retorno de la inversión.

Convencido de que lograría el pedido, se fue preparando porque era obvio que su fabricación, cuando llegase, exigiría algo más que el taller existente. Así, para tener mayor libertad de acción, a partir de 1959 recuperó las acciones en

poder de Malumbres, nada contento con el planteamiento de no repartir dividendos y reinvertirlo todo en la empresa. En 1961 compró un solar en Tracia 27, en el barrio de San Blas. La obra fue al ritmo que los pagos lo permitían: los cimientos se comenzaron en 1963 y la nave de la planta baja y los dos pisos se terminaron en 1966. Durante todo ese período la plantilla se mantuvo prácticamente constante, en el orden de las 50 personas.

Tras varios años de pruebas y ensayos llegó el pedido de 20.000 contestadores automáticos, modelo CM-5, para suministrar en cinco años. La producción comenzó en 1967, con muchos problemas, y en enero de 1968 se incorporó como director general un ingeniero con experiencia en la fabricación en serie (precisamente el autor de este capítulo). La mayor dificultad radicaba en la falta de componentes profesionales en el mercado español e importarlos era difícil por la necesidad de obtener licencias de importación, pago adelantado mediante crédito irrevocable y, además, unos precios que elevaban el coste del equipo, sólo por este concepto, por encima de su precio de venta (quizá mal negociado por el tremendo interés en conseguir el pedido). No hubo más remedio que abordar la fabricación de relés, pequeños motores, botoneras con enclavamientos y múltiples funciones, sistemas de lectura y grabación de la cinta magnética y un conjunto de pequeños dispositivos que exigían materiales poco utilizados entonces en España, a fin de garantizar una vida razonable de los mismos. Fue necesario abordar su fabricación por la propia empresa.

Eso exigió potenciar las secciones de utillaje, mecánica, bobinados, inyección de plásticos, moldeado de caucho, etc. Aunque atravesando períodos de gran angustia económica, el reto se superó y la empresa salió muy fortalecida. Mientras esto ocurría, se diseñaban nuevos productos, tanto de la línea de contestadores como de marcadores, temporizadores para cómputo de llamadas telefónicas y un sinfín de dispositivos, tanto para las centrales como para la casa del abonado, y se empezaban a conseguir pedidos en Alemania, Francia y Latinoamérica (para lo que se creó el consorcio EMATEL, Empresas Asociadas de TELEcomunicación).

Todo ello exigió ampliar las instalaciones. Se añadieron dos pisos en Tracia 27; se amplió con el edificio colindante de Tracia 25 y se adquirieron nuevos locales en la calle de Alfonso Gómez, paralela a Tracia. La plantilla creció de forma considerable, como se refleja en el cuadro 16.8 que indica su evolución en el período que fue empresa familiar. En el cuadro se indica también la sede social de la empresa, pero hay que tener en cuenta que si bien el paso de Modesto Lafuente a Tracia tuvo una fecha concreta, la utilización del Centro de Torrelaguna se fue haciendo de forma paulatina y, además, continuaron funcionando los centros de Tracia y Alfonso Gómez, y se añadió la planta de San Fernando de Henares.

En enero de 1971 se convirtió en sociedad anónima, y en 1976 pasó a denominarse *Ampér SA*. A lo largo de los años se produjeron importantes aumentos del capital social.

Cuadro 16.8. <b>Evolución de la plantilla (período empresa familiar, 1956-1983)</b>							
Año	Plantilla	Año	Plantilla	Año	Plantilla	Año	Plantilla
Modesto Lafuente		Tracia		Torrelaguna			
1956	3	1968	110	1975	652	1979	867
1960	35	1972	269	1976	936	1980	869
1964	55	1973	430	1977	917	1981	812
1967	60	1974	582	1978	888	1982	756

**Productos con historia.** En la historia de una empresa todos los productos son importantes, si bien algunos, por la innovación que representaron, por los retos que significaron o por el volumen de sus ventas, son recordados con especial cariño por las personas de la empresa. Con ese planteamiento podemos destacar cuatro familias de productos:

— *Contestadores.* El primer contestador, modelo CM-5, ya significó mucho, pues por él se construyó la fábrica de Tracia; pero lo verdaderamente importante es que constituyó el origen de una sucesión de modelos que convirtieron a Amper en una de las primeras empresas mundiales en esta especialidad.

Al primero lo sustituyó el CM-52, dispositivo magnetofónico a cassetes standard, con técnicas de integración electrónica que redujo al máximo los componentes electromecánicos del modelo anterior. Ganó el concurso del PTT francés y durante cinco años se fabricaron en Francia por la compañía CSEE con licencia Amper.

La tercera generación, aprovechando la experiencia de 15 años en estos equipos, está representada por el CM-53, equipo que utilizaba circuitos CMOS de bajo consumo y circuitos híbridos de capa gruesa, y además diseñado para cumplir las especificaciones técnicas de la mayoría de países. Modular, en el que los chasis de los mecanismos eran piezas inyectadas de tereftalato reforzado con fibra de vidrio, de gran estabilidad. Existía, además, una versión (CM-60) que permitía su consulta, desde cualquier teléfono, en cualquier lugar, mediante un dispositivo de control remoto. En 1980 recibió el premio de Actualidad Electrónica al mejor desarrollo con tecnología española. Se exportó a más de 10 países y también se fabricó en Francia.

En el año 1982 apareció la cuarta y última generación, CM-80, similar al anterior en el aspecto constructivo, pero dotado de un microprocesador como unidad central de control, que simplificaba enormemente la parte electrónica y disminuía el tamaño y facilitaba las funciones de interrogación del control remoto.

En todos los casos existió la versión sólo contestador, sin registro de mensaje entrante, pero que cumplían las mismas características reseñadas anteriormente.

— *Temporizadores*. Los temporizadores de cómputo repetitivo eran dispositivos a intercalar en el circuito de cómputo de la central electromecánica para generar un impulso de 180 milisegundos, cada tres minutos. Lo destacable en esta ocasión es que se comprometió la entrega (aproximadamente 300.000 unidades) en tres meses, pues la Compañía Telefónica quería implantar en todas las centrales de España el nuevo sistema de tarificación de llamadas durante la época estival.

Durante ese verano se pasó de dos a tres turnos, sin aumento de personal (no existían entonces los contratos de duración limitada) y toda la empresa, sin vacaciones, hizo dos turnos. Como la entrega se hacía diariamente, el personal técnico y directivo (incluido el propio Peral), al concluir el trabajo más urgente, nos incorporábamos a las cadenas de montaje para ayudar a cumplir los programas.

— *Teléfono de teclado, compatible con las Centrales tradicionales*. Cuando Telefónica importó los primeros teléfonos multifrecuencia, más modernos y de mayor comodidad, pero incompatibles con las centrales existentes hasta entonces en España, en Amper aplicamos la teoría que ya había expuesto Peral a propósito de los contestadores. Más práctico que incluir equipos convertidores de impulsos a tonos de multifrecuencia en las centrales podía ser la utilización de un teléfono de aspecto exterior igual al de teclado, pero dotado de una memoria (ya que el proceso de marcación era más rápido que el correspondiente a los impulsos) que tuviese como salida el tren de impulsos habitual.

Al principio, la propuesta fue ridiculizada por muchos técnicos que despectivamente llamaron *falso teclado*, pero Telefónica comprendió no sólo que resolvía un problema que existiría mientras funcionasen centrales electromecánicas sino que podía ser un buen negocio (incrementó el alquiler mensual de este teléfono en cien pesetas). El reto técnico no era pequeño; toda la electrónica que se utilizase tenía que ser muy compacta y entrar en un teléfono normal y no requerir ninguna batería. Se solucionó; se diseñó un circuito integrado, primer *custom design* español, fabricado por Texas Instrument, y el resto de circuitería en un híbrido de capa gruesa.

Para este circuito híbrido existían dos posibles proveedores en España: Fagor y Piher. La primera desistió por el excesivo número de componentes que llevaba y Piher aceptó e hizo los prototipos. Pero a la hora de la producción su instalación no tenía la capacidad precisa. No hubo otra solución que comprar esas instalaciones, contratar a su director, Otto Diedrich, y ampliar lo necesario. Así nació la planta de circuitos híbridos de Amper, que luego se utilizó ventajosamente en muchos productos.

Se suministraron a Telefónica más de un millón de teléfonos y se exportaron a varios países.

— *Marcadores*. Telefónica convocó un concurso para el suministro de marcadores electromecánicos, con especificaciones similares a los equipos existen-

tes en el mercado americano o el europeo, pero añadiendo el requisito de «que el abonado pudiese programar los números a llamar sin utilizar ningún dispositivo adicional». La razón era obvia: los equipos existentes en el mercado utilizaban discos con dientes y espacios intermedios para provocar aperturas y cierres de un contacto cuando la rueda seleccionada giraba, produciendo un tren de impulsos similar al del disco. En EEUU usaban unas piezas de plástico blando (que duraban poco) para poderlas conformar con un dispositivo similar a los que se utilizan para hacer letreros tipo *dymo*. En Europa primaba la solución alemana consistente en un disco de latón de dos milímetros que exigía su realización en la fábrica, mediante una prensa, y previa indicación, por el abonado, del número a programar.

Amper propuso una solución que empleaba unas pequeñas piezas para cada dígito, acoplables a un tambor giratorio. Al ser piezas inyectadas, podía utilizarse un plástico duro, de gran duración y su programación simple. Bastaba ir colocando uno detrás de otro los dígitos correspondientes al número que se quería programar.

Obtuvo patente internacional y por su originalidad y utilidad práctica recibió el Premio *Luis Alberto Petit Herrera*, en el SIMO de 1970.

Lo más importante es que a los pocos días de ser concedida la patente internacional, muchas empresas europeas se interesaron por el producto. Así comenzaron las relaciones con Siemens, empresa a la que se convenció para utilizar una solución eminentemente electrónica, en la que desde hacía tiempo se trabajaba en Amper, y ese fue el origen de los equipos *Namentaster* y *Comfoset* que se suministraron a esa firma durante muchos años, convirtiendo a Siemens en el segundo cliente.

**Por la investigación al futuro.** Ese fue el eslogan, cuando se decidió, a principios de los años setenta, construir el Centro de Investigación, que describimos en el capítulo 23, así como la filosofía que lo inspiró y su evolución posterior.

Como también indicamos allí, en octubre de 1983, seis años después de la muerte de Antonio Peral, Telefónica adquirió la empresa. Eso ocurrió tras años de reducción de las ventas a la Compañía y aplazamientos sucesivos de las negociaciones para que ésta entrase en su capital (como forma de solucionar el malestar que creó, en responsables de la política industrial de Telefónica, la construcción del Centro de I+D). Esa circunstancia, las consecuencias de la crisis del petróleo de aquellos años y el fallecimiento de Peral (que obligaba a cambiar ciertos planteamientos para reducir el riesgo) originaron una situación económica difícil. En octubre de ese año, para evitar la venta de la compañía a una empresa extranjera, el Ministerio de Industria, con Solchaga como ministro (al que se tenía al tanto de las negociaciones en curso), forzó la compra por parte de Telefónica y el Gobierno trató de formar una empresa multinacional española en el área de las telecomunicaciones, reuniendo, bajo lo que se llamó «Grupo Amper»,

*En 1946, Francisco de la Vega, emprendedor con vocación de empresario y gran capacidad para la acción comercial, intuyó la importancia de las telecomunicaciones como elemento básico para el desarrollo de nuestro país*

---

un conjunto de empresas de electrónica con ventas importantes en el sector público. Se eligió a Amper para ese proyecto por considerar que era la empresa nacional tecnológicamente mejor preparada.

## Sitre

**Los inicios.** En 1946, Francisco de la Vega, emprendedor con vocación de empresario y gran capacidad para la acción comercial, intuyó la importancia de las telecomunicaciones como elemento básico para el desarrollo de nuestro país. Puso en marcha una oficina comercial, con el nombre de *Sociedad Ibérica de Transmisiones Eléctricas* (SITRE), y ese fue el germen de lo que llegaría a ser un referente industrial en el sector de las telecomunicaciones.

La evolución de esta iniciativa ha respondido a un esquema muy común en el mundo de los equipos; se comienza importando; posteriormente surge la necesidad de un departamento de instalaciones como apoyo necesario para las ventas y, por último, el conocimiento tecnológico adquirido y la confianza de los clientes ganada en el período inicial permiten abordar, con licencia o tecnología propia, aquello que necesita el mercado.

Uno de los primeros productos para los que obtuvo la representación exclusiva para España fueron los teleimpresores *Olivetti* que adquirirían Telefónica, Telégrafos y el Ejército, lo que sirvió para el establecimiento de relaciones comerciales con los técnicos de estas instituciones, de gran importancia en el devenir de la empresa, porque permitía conocer sus necesidades.

El hecho de importar tecnologías y productos, ya maduros fuera de nuestras fronteras, pero que aquí no existían, y a los que se incorporaban valores añadidos (diseño y fabricación de equipos auxiliares, instalación y puesta a punto, mantenimiento, etc.) hizo que SITRE fuese cauce para la llegada de algunas empresas que implantaron aquí fábricas y laboratorios. Como ejemplo puede tomarse la incorporación, en los años sesenta, de equipos de Telettra en la red Géntex de Telégrafos, que marcó el camino para el desembarco de esta empresa en la siguiente década.

**Evolución de la empresa.** El estrecho trato con Telefónica propició la oportunidad de fabricar determinados equipos, como consolas especiales de medida y prueba, centralitas telefónicas manuales, telegráficas y mixtas, bastidores de interconexión, etc. que no interesaban a Standard Eléctrica, proveedor exclusivo en aquella época. Por esta razón se creó el departamento de fabricación, configurándose como sociedad limitada en 1960, fecha que, desde un punto de vista formal, puede tomarse como inicio de la actividad empresarial.

Desde esa fecha, hasta 1971 en que se transformó en sociedad anónima, podemos considerar a SITRE como una empresa familiar que seguía siendo controlada por Francisco de la Vega. A finales de los años sesenta y principios de los setenta, según nos señala Vicente Gil, ingeniero que se incorporó en 1969 al departamento de instalaciones y que permaneció en ella hasta 1984, cuando era director gerente de SITRE y consejero delegado de las dos filiales, su facturación en 1974 y 1975 superaba los mil millones de pesetas, con una plantilla de 600 personas, de las que un 10% eran titulados superiores y medios. En 1978 se había constituido como Grupo SITRE, ya que a la empresa inicial se unieron CDE *Electrónica*, dedicada a la energía de potencia, y AUPOCA, empresa de instrumentación y control industrial.

Tres años antes, o sea en 1975, la empresa vendió su departamento de instalaciones a Telefónica, con parte de su plantilla, lo que sirvió para que ésta constituyese su filial SINTEL a la que también incorporó otra empresa del sector (*Liena*).

El desarrollo que experimentó en esta época obligó a buscar socios inversores. En 1972 entró Bandedco a formar parte del Consejo de administración y el proceso culminó, en 1975, cuando PRODINSA (*Promociones y Desarrollos Industriales SA*) entró de forma mayoritaria en su capital y órganos de gestión, siendo nombrado presidente y consejero Enrique Moya. Este holding que había sido creado por Claudio Boada no prosperó, quedando la empresa en manos de cuatro bancos, de forma tal que en 1976 el Banco Español de Crédito se convirtió en el accionista mayoritario, nombrando consejero delegado a Javier Zulueta. En 1981, Francisco F. Franco, del Banco de Madrid, fue nombrado consejero y en 1982 designado como presidente. La situación se vio afectada por la crisis de Banesto, ya que este banco vendió sus participaciones industriales, momento en el que SITRE se incorporó al grupo industrial alemán TEKA.

Este último cambio tuvo lugar en 1988, siendo nombrado Víctor Perea presidente del Grupo, cargo que sigue ocupando en la actualidad. En los 32 años que lleva en la empresa, los últimos 17 como presidente, ha sido el verdadero artífice para mantener el espíritu de SITRE, a pesar de tantas variaciones en la propiedad.

De esta última etapa quizá los rasgos más característicos pueden ser:

- la ampliación del campo de actividad, pasando de telecomunicaciones a tecnologías de la información, para lo cual se adquirió en 1991 la empresa APD SA, fundada en 1979, y dedicada a la informática.
- el cambio de nombre, pasando a ser SITRE TELECOM SA que implicaba también un nuevo enfoque.
- el cambio en la estrategia implantada por Telefónica en 1993, en plena crisis sectorial, suspendiendo la compra de productos para responder al proceso de liberalización de las telecomunicaciones, que en algunos casos, como en los terminales, era ya una realidad. Sin previo aviso, y con efecto retroactivo, SITRE se encontró con la anulación

de todos los pedidos de la operadora, pedidos que tenían un peso importante en la cartera de la empresa en aquellos momentos.

- tener la flexibilidad necesaria para reaccionar de forma adecuada a la situación anteriormente descrita. En esa época, las empresas proveedoras de Telefónica, por *fidelidad* o para evitar posibles problemas con la Compañía, tenían las manos atadas ante las nuevas oportunidades que la liberalización del mercado ofrecía. Esa postura no la mantenían las empresas no proveedoras y ganaron tiempo en la toma de posiciones en el nuevo mercado.

En la actualidad el Grupo SITRE responde al enfoque establecido en 1987, con una organización por mercados, para ofrecer respuestas idóneas a diferentes tipos de clientes, y está constituido por las cinco empresas siguientes:

- SITRE TELECOM, para proyectos llave en mano.
- APD, adquirida en 1992 como ya hemos indicado, para suministrar a la Administración pública (nacional, autonómica o local) soluciones informáticas y para el desarrollo de la sociedad de la información.
- EUROPEA DE COMUNICACIONES, con las mismas actividades que APD, pero dirigida al sector privado.
- MITROL SA, empresa de distribución.
- CDE ELECTRÓNICA. La empresa especializada en su día en el campo de la energía, constituye hoy la unidad fabril para todo el Grupo.

Según nos indica Víctor Perea al comentar la evolución de la empresa, en la actualidad el Grupo lo integran 240 personas y la facturación anual es del orden de 130-140 millones de euros.

**Tecnología.** Centrándonos en las principales aportaciones de la empresa en innovación tecnológica, podemos señalar dos etapas: la primera actuando en los campos de la energía y de la conmutación, y la segunda, a partir de la creación del CIDE (Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico), con aportaciones fundamentales para la red de transmisión de datos.

En el campo de la energía, tanto para las centrales telegráficas como telefónicas, se comenzó con equipos importados de la marca *Pelapone* (grupos eléctricos) para pasar enseguida a desarrollos propios, como grandes rectificadores de 1.000 vatios, o los bautizados (por SITRE) como SAI (*sistemas de alimentación ininterrumpida*) que tanto éxito tuvieron en sus inicios entre los grandes usuarios informáticos como, por ejemplo, los bancos, y que posteriormente se extendieron hasta las redes más pequeñas.

Grandes Centros de Distribución de Corriente y Casetas de Alta Tensión fueron también elementos clave en el desarrollo industrial y productivo de la fir-



ma. Todo ello permitió, en su día, vender tecnología, en esta materia, a una compañía francesa.

En cuanto a las actividades más típicas de telecomunicaciones hay que destacar el conjunto de equipos y dispositivos que tenían por objeto mejorar el rendimiento del bucle de abonado, siendo los primeros en diseñar prolongadores de bucle que permitían alargar éste hasta los 14 kilómetros, o para conseguir la misma función en las centrales, con repetidores de impedancia negativa, siempre tratando de compensar pérdidas en las líneas a frecuencias más altas de forma activa. Y lo mismo para prolongar la señalización ya que los repetidores de impedancia negativa eran transparentes a toda la señalización.

A finales de los años setenta en el CIDE empezaron a trabajar en transmisión de datos. Uno de los primeros desarrollos consiguió gran notoriedad: el AIT (amplificador de impulsos telegráficos) que también tenía como objeto aprovechar las características del bucle, igual que los ecualizadores, otra de las familias de productos desarrollada.

Pero, sin lugar a dudas, lo más destacado en este campo fue el sistema desarrollado conjuntamente con Telefónica y Secoinsa para la transmisión de datos por conmutación de paquetes, conocido como Tesys, acrónimo de las tres marcas (ampliamente comentado en otros capítulos), participando especialmente en el modelo Tesys A, realizando desarrollos por encargo de Telefónica, para un sistema que fue pionero en el mundo, que incluso se exportó a otros países, como Canadá y Argentina, aunque en un momento en el que Telefónica no disponía aún de las capacidades necesarias para desenvolverse en un mercado global. Este equipo se presentó en el SIMO de 1980 y en el discurso inaugural de la Feria, el entonces ministro de Industria, Ignacio Bayón, lo destacó como la gran novedad tecnológica de la exposición.

En el Tesys B participó en menor grado. Esta versión fue víctima de decisiones tristes para la industria española ya que se optó por utilizar, en la nueva versión del sistema, equipos standard donde fuese posible evitar los desarrollados específicamente para este fin. La paradoja es que se adquirieron esos equipos precisamente a una firma canadiense (*Northern Telecom*), país donde se había instalado el Tesys A, y poco después Telefónica decidió no seguir con el sistema. Se desperdiciaron 80.000 millones que se habían invertido en el desarrollo.

**Las sedes.** Los inicios de la actividad industrial tuvieron lugar en unos locales de la calle Antonio González Porras, 35, con unas oficinas complementarias en Velázquez, 60. En 1979 toda la actividad no productiva se centralizó en Bernardino Obregón, 26, manteniendo la producción en el lugar inicial.

Unos años después, en 1986, ambas instalaciones se trasladaron a Antonio López, 234, donde permanecieron hasta 1995, fecha del traslado a la dirección actual, en el Polígono Industrial Marconi, en el kilómetro 10,300 de la carretera de Andalucía.

## EMPRESAS NACIONALES DE COMUNICACIÓN DE DATOS

Transcurría la década de los años setenta y, muy incipientemente, se comenzaban a desarrollar las comunicaciones de datos —el teleproceso o la teleinformática, este último un término acuñado por Luis Arroyo Galán en mayo del año 1977— entre grandes empresas, entidades financieras y las Administraciones Públicas y surgían los CPD (Centros de Proceso de Datos), con grandes ordenadores y cientos o miles de terminales distribuidos, que necesitaban comunicarse con ellos.

Si bien al principio de la década de los sesenta se llevaron a cabo en nuestro país las primeras experiencias de transmisión de datos entre ordenadores utilizándose módems que permitían conectar, a muy baja velocidad (no más de 300 o 1.200 bps), dos ordenadores a través de un enlace telefónico de transmisión de voz, no fue hasta comienzos de la siguiente década (30 de julio de 1971) cuando se empezó a materializar la red pública de datos, por conmutación de paquetes, la famosa RETD/RSAN, que acabaría dando origen a Iberpac X.25 en el año 1985, de lo que ya se habla extensamente en otros apartados.

Pues bien, en estos primeros años, décadas de los setenta y los ochenta, se gestaron algunas —en realidad, muy pocas— empresas, como es el caso de Pahldata y Teldat, que, partiendo prácticamente de la nada y en locales de algunos metros cuadrados, revalidaron el «modelo del garaje», del que nacieron algunas de las legendarias empresas, siendo el caso más significativo el de HP, en Silicon Valley.

### La pionera: Pahldata

Pues bien, para suplir las necesidades que planteaban las nuevas redes de datos, surge en el año 1976 y con sede en Madrid, en un pequeño local de menos de 30 m<sup>2</sup>, la empresa Pahldata, SA, fundada por José M.<sup>º</sup> Cristóbal Peña, un perito industrial emprendedor que había estado trabajando durante algún tiempo en Estados Unidos y había sido capaz de ver las nuevas oportunidades que se presentaban en este incipiente mercado. Como curiosidad cabe mencionar que el nombre elegido para la nueva empresa no era fruto del azar, sino que estaba constituido por las iniciales de su mujer e hijos (Pilar, Asunción, Hernán y Leticia), añadiendo *data* del nombre en inglés de datos, su principal línea de actividad.

Esta empresa comienza con la fabricación de cables y conmutadores, los equipos más simples, pero muy pronto empieza a investigar sobre las tecnologías de transmisión y multiplexación y desarrolla toda una amplia gama de módems, multiplexores y conmutadores que suministraba a todo el sector, incluidos los propios fabricantes de ordenadores que demandaban soluciones a medida para incorporar en sus ofertas, llegando a contar con más de 500 clientes, siendo por aquel entonces la única compañía nacional, con tecnología propia, capaz de abastecer al mercado con todo tipo de equipos auxiliares para la comunicación de datos. Había otras, como Payma, pero eran representantes, con la que se estable-

*Transcurría la década de los años setenta y, muy incipientemente, se comenzaban a desarrollar las comunicaciones de datos entre grandes empresas, entidades financieras y las Administraciones Públicas y surgían los CPD (Centros de Proceso de Datos), con grandes ordenadores y cientos o miles de terminales distribuidos, que necesitaban comunicarse con ellos*

---

cieron negociaciones para fusionarse con ella, que no llegaron a cuajar por la diferente cultura de ambas. También otras empresas internacionales estuvieron interesadas en tomar una participación mayoritaria en Pahldata.

Además de esta línea de equipos, desde sus inicios y, con patente italiana primero y propia más tarde, se dedica a la fabricación de equipos de medida, para telegrafía y para transmisión de datos, suministrando a Telefónica y Correos y Telégrafos durante muchos años los equipos que estas compañías utilizaban para la verificación de la tasa de error de sus circuitos de telegrafía (emisor/distorsiómetro) y de datos (BERT).

Esta compañía, que siempre fabricaba y comercializaba, tanto en España como en Portugal, lo que ella diseñaba, pudo alcanzar un amplio éxito gracias a la incorporación en su plantilla de varios ingenieros de Telecomunicación, siendo José Manuel Huidobro el primero, como director comercial, estando aún en el último año de carrera, e incorporándose más tarde otros, como José M.<sup>a</sup> Marión, Alberto Ordiz, Leonardo Alonso, Delfín Mariño, Antonio García Marcos, etc. varios de ellos profesores de la Cátedra de Redes de la ETSIT de Madrid, que dirigía Wsewolod Warzanskyj, apodado «el Ruso».

Hasta el año 1985 su crecimiento fue imparable, duplicando facturación cada año, pasando de los 8 millones de pesetas que facturó en el año 1978 a los más de 500 de ese año, pero el trepidante ritmo con que avanzaba la tecnología hacía poco menos que imposible seguir diseñando todo lo que el mercado demandaba y hacer frente a las nuevas empresas que empezaban ya a competir con productos extranjeros, importados, así que poco a poco empezó a verse desplazada, perdiendo cuota de mercado, pero logró sobrevivir otros 10 años más, hasta que a mediados de la década de los noventa se extinguió. Las multinacionales y las nuevas tecnologías, más orientadas al software, pudieron con ella.

Fruto de su colaboración con la Universidad, de su fuerte apuesta por la I+D y de su amplio conocimiento del mercado, fue un excelente lugar de aprendizaje y, prueba de ello, es que varios de sus empleados decidieron emprender la aventura de crear sus propias empresas, algunas con éxito, como son Teldat (Antonio G. Marcos) y Tellink (Ángel M. de la Torre), y otras que solamente perduraron unos meses o pocos años. En realidad, actuó como una incubadora de otras empresas, algo similar a los *spin-off* de las Universidades.

## Teldat

La empresa Teldat fue creada el 5 de mayo de 1985 por Antonio García Marcos, un salmantino que, junto con otros socios, decidieron crear su propia empresa. Inicialmente ocupaba un local alquilado de pocos metros; hoy su sede corporativa se encuentra en un amplio y representativo edificio en el PTM de Tres Cantos. Tanto él como varios de sus socios (Antonio Moreno y Eduardo Robles, también ingenieros de Telecomunicación), habían estado trabajando en Pahldata, en funciones comerciales y técnicas, lo que les aportó la base necesaria y los conocimientos para poder emprender su propia aventura.

Desde su creación, hace ya 20 años, con un primer proyecto de láser y fibra óptica para la Universidad Politécnica de Madrid, Teldat ha venido produciendo una amplia gama de equipos de comunicaciones que la sitúan a la vanguardia de los desarrollos tecnológicos en su sector, contando con más de medio millón de equipos, de diversa índole, instalados. Es, sin duda, un referente y una de las pocas industrias totalmente nacionales que quedan en el sector de las Telecomunicaciones.

Como todos los comienzos, fueron tiempos difíciles, pero muy pronto esta empresa supo encontrar su hueco en el mercado y posicionarse, en pocos años, como líder en su área, haciendo frente, con tecnología y desarrollos propios, a empresas de primera magnitud, como es, por ejemplo, Cisco, y compitiendo con ellas con éxito. De una facturación inicial de 10 millones de pesetas en 1985, pasó a 2.500 millones de pesetas en 1996 y en 2004 alcanzó los 35 millones de euros, todo un récord.

Teldat cuenta, entre sus hitos tecnológicos, con el prestigio de haber sido la primera empresa europea en producir módems tolerantes a fallos gestionados de alta velocidad y la segunda en cuanto a número de puertas instaladas de nodos X.25 para Iberpac. A lo largo de sus más de veinte años en la vanguardia tecnológica, ha sacado al mercado equipos que presentaban soluciones innovadoras, como son sus sistemas de cifrado HW con distribución automática de claves, la transmisión de voz y vídeo sobre IP, soluciones de acceso integrado para comercios, acceso en banda ancha xDSL con respaldo RDSI, sistemas de seguridad con videoalarmas y televigilancia, routing, etc.

En la actualidad el Grupo Teldat, constituido por la propia Teldat, Fiber-net, Prodys y TelSec, comercializa sus productos y soluciones por varios países, de Europa, América y Asia, y cuenta con más de 150 empleados, una gran parte dedicada a labores de I+D, e invierte cada año alrededor del 15% de su cifra total de negocio en estas actividades.

# LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DE LAS TELECOMUNICACIONES A PARTIR DE 1970

José Luis Adanero

## EL ENTORNO ECONÓMICO

### La crisis industrial de la década de los setenta

Antes de analizar la evolución de la industria española de telecomunicaciones en este período es preciso definir el escenario existente en la economía española después del fuerte crecimiento de la década anterior, como consecuencia del *Plan de estabilización* y de las medidas correctoras de los años 1958 y 1959.

Sin embargo, a principios de los años setenta, una serie de causas externas provocaron en la economía española determinadas crisis, especialmente gra-

Cuadro 17.1. **Evolución comparada de algunas variables económicas**  
(medias quinquenales)

Variables	1966-70	1971-75	1976-80
Crecimiento PIB en términos reales (%)			
— España	6,2	5,6	2,16
— Siete mayores países OCDE	4,7	3,0	3,6
Ratio Formación Bruta Capital/PIB (%)			
— España	22,7	23,0	20,2
— Siete mayores países OCDE	20,9	22,0	21,6
Inflación (precios al consumo) (%)			
— España	5,1	12,1	18,6
— Siete mayores países OCDE	4,1	8,2	8,9
Desempleo (% sobre población activa)			
— España	2,5	3,0	7,3
— Siete mayores países OCDE	2,9	4,0	5,3

Fuente: OECD Economic Outlook.

ves en los años 1973 y 1979, cuyas repercusiones en la industria fueron importantes, pudiendo señalar, como punto de partida, que fueron similares a las de otros países industrializados, pero con una intensidad más profunda.

Para valorar la magnitud de la recesión sufrida en España podemos utilizar el cuadro 17.1 donde se comparan las medias quinquenales de una serie relevante de variables macroeconómicas desde mediados de los sesenta hasta finales de la década de los setenta, comparando con los siete grandes países de la OCDE de aquella época (EEUU, Japón, Alemania, Francia, Gran Bretaña, Italia y Canadá).

Con los datos del cuadro se aprecia, en la segunda mitad de la década, un crecimiento real más pequeño del PIB en comparación con los siete países, una caída más fuerte en la proporción del PIB que se destina a la formación bruta de capital, junto con una inflación y una tasa de desempleo mayores y más aceleradas respecto al período anterior.

Las razones que se adujeron para justificar esta situación se basaban en determinadas características estructurales de la economía española, las políticas económicas seguidas por determinados gobiernos y los comportamientos rígidos y reacios de los agentes económicos para un ajuste en profundidad. Lo curioso es que, desde los primeros momentos, se reconoció la influencia perjudicial en nuestra economía de factores externos tales como variaciones bruscas y duraderas del precio del petróleo y otras materias primas, elevación de los tipos de interés en los mercados internacionales de capitales, la fuerte competencia de un grupo de países de reciente industrialización, el incremento de proteccionismo en comercio exterior, etc., pero, sin embargo, se demoró la elaboración de una política económica de ajuste ante la crisis. Incluso se ridiculizaban en la prensa algunas medidas tomadas en otros países, como, por ejemplo, las que limitaban el uso del automóvil.

El primer tratamiento de choque fueron los *Pactos de la Moncloa*, en 1977, estableciendo una política de rentas orientada a la aceptación, por los grupos sociales, de que la renta real había disminuido por la transferencia hacia los países productores de petróleo, acompañadas de políticas monetarias de intervención cambiaría bastante estrictas, lo que facilitó el ajuste, pero no se produjeron reformas estructurales para mejorar el sistema productivo, relativas a sistema fiscal, Seguridad Social, política industrial, mercado de trabajo, etc.

El segundo intento de abordar con cierta profundidad la crisis, en el campo industrial, correspondió a la política de reconversión industrial, como procedimiento para sacar a flote una serie de empresas localizadas en sectores en situación muy crítica, que comenzó a aplicarse en España en 1980, con cinco años de retraso en relación con otros países europeos.

El enorme efecto de destrucción de puestos de trabajo que produjo la recesión es un hecho bien conocido. Entre 1972 y 1982 la población ocupada descendió de 12,99 millones de personas a 10,88 millones. Desde el comienzo de la

*El enorme efecto de destrucción de puestos de trabajo que produjo la recesión es un hecho bien conocido. Entre 1972 y 1982 la población ocupada descendió de 12,99 millones de personas a 10,88 millones*

crisis el número de parados fue en aumento, a pesar de que en la mayoría de los años disminuyó la población activa, como podemos ver en el cuadro 17.2. Los años de mayor destrucción de puestos fueron 1980 y 1981, lo cual es en parte consecuencia de la denominada *segunda crisis energética* de 1979, que fue afrontada por las autoridades económicas de modo más rápido, repercutiendo los nuevos precios del petróleo de manera más realista.

Año	Población en millones de personas		Variación anual (miles de personas)	
	Activa	Ocupada	Activa	Ocupada
1972	13,033	12,994	169	386
1973	13,314	12,952	281	-42
1974	12,345	12,911	31	-41
1975	13,414	12,900	79	-11
1976	13,360	12,736	-54	-164
1977	13,247	12,265	-113	-171
1978	13,164	12,252	-83	-313
1979	13,155	12,034	-9	-218
1980	12,860	11,378	-295	-656
1981	12,864	11,017	4	-361

Fuente: INE y Libro Blanco de reconversión.

El empleo industrial, en el período 1975-80, creció en EEUU, Canadá, Japón y Alemania y disminuyó en España, Francia, Italia y Gran Bretaña siendo la pérdida mayor 816.000 puestos de trabajo en las industrias españolas, seguida de Italia (533.000) y Francia (421.000), datos particularmente significativos si tenemos en cuenta la base de comparación: el tamaño de la población ocupada en la industria española es menor que en esos países. La realidad es que se trató de una crisis de *desindustrialización*, ya que produjo una disminución de la importancia relativa del sector industrial en el conjunto de la actividad económica, produciéndose un fuerte excedente de mano de obra industrial. A título de ejemplo, el PIB industrial representaba en España el 39,5% del total en 1975, disminuyendo

cuatro puntos en 1982. El empleo industrial tenía una proporción del 38,2% en 1975 pasando a 34,5% en 1982.

Las medidas de reconversión industrial fueron aplicadas en 1982 a once sectores de características muy diversas en cuanto a estructura, pero con la peculiaridad común de haber sido duramente castigados por la crisis y poseer unos excesos de capacidad muy elevados. También se aplicó, a título individual, a cinco empresas (cuadro 17.3).

Cuadro 17.3. <b>Reconversión industrial consecuencia de la crisis energética</b>		
Fecha	Acuerdo	Sector
26-09-1980	RD 2200/1980	Electrodomésticos de línea blanca
03-10-1980	R-D. 2206/1980	Aceros especiales
08-05-1981	RD.871/1981	Siderurgia integral
03-08-1981	RD.2010/1981	Textil
09-10-1981	RD.2793/1981	Equipo eléctrico para la industria de la automoción
28-02-1982	RD.643/1982	Construcción naval
05-03-1982	RD. 608/1982	Semitransformados de cobre
26-03-1982	RD. 769/1982	Componentes electrónicos
26-03-1982	RD.917/1982	Acero común
14-05-1982	RD.1002/1982	Calzado
18-06-1982	RD.1788/1982	Forja pesada
Fecha	Acuerdo	Sector
13-01-1981	Comisión	Asturiana del Zinc SA
02-02-1982	Delegada	General Eléctrica Española SA
02-02-1982	de Asuntos	Westinghouse SA
19-10-1982	Económicos	Automóviles TALBOT SA
20-07-1982		Standard Eléctrica SA

## Ingreso de España en la CEE. Repercusión en la industria

El año 1986 estuvo caracterizado por tres hechos que afectaron a la economía española, con un comportamiento irregular y atípico en sus variables económicas. Nos referimos a:

- la incorporación de España a la Comunidad Económica Europea (CEE)
- el descenso del precio del petróleo y del resto de las materias primas
- la depreciación del dólar

El ingreso de España en la CEE supuso una trascendental evolución en la economía, tanto por la introducción del IVA como por la entrada masiva de productos europeos.



El IVA, o impuesto al valor añadido, aunque previsto, tuvo un inevitable efecto inflacionista cercano a los dos puntos. Sin embargo, este impuesto necesario se introdujo en nuestra economía sin excesivos traumas, sustituyendo a una serie de figuras fiscales anacrónicas que impedían la adecuación de nuestra política económica a la del resto de Europa.

Sin duda esta incidencia fue más suave por coincidir con la caída del precio del petróleo y de la cotización del dólar, disminución en los mercados internacionales de los tipos de interés, etc. Esos factores incidieron positivamente sobre nuestro comercio exterior, suponiendo un ahorro cercano a los 500.000 millones de pesetas. Como consecuencia se produjeron unos resultados notables en la relación real de intercambio que explica el superávit de la balanza corriente por encima de 5.000 millones de dólares.

La incorporación de España, con un mercado de 39 millones de consumidores, más otros 47 millones de la población turística flotante (en 1985), abrió las expectativas comerciales de muchas empresas, principalmente europeas, que, apoyadas por la reducción de las barreras aduaneras y por la escasa competitividad de las empresas españolas en ciertos productos, se hicieron presentes en nuestro país, produciendo un aumento de la importación no energética en torno al 20% real.

Desde otro punto de vista, las exportaciones españolas se vieron afectadas por menores rebajas arancelarias que las producidas para las importaciones, la desaparición de la desgravación fiscal y modificaciones en el crédito, todo lo cual significó un estancamiento de las exportaciones, a nivel global, con efectos reflejados en la balanza comercial y en determinados servicios.

También afectó negativamente a las exportaciones la pérdida de mercados derivados de la tasa de inflación y de la apreciación de la peseta respecto al dólar. Afortunadamente, este descenso de exportaciones y aumento de importaciones quedó en parte compensado por el fuerte descenso del precio del petróleo. En resumen, podríamos señalar como consecuencias inmediatas de la entrada en la CEE un notable incremento de la inversión extranjera, amortización anticipada de deuda exterior (para aprovechar las circunstancias del momento) y un incremento en la reserva de divisas.

En el sector electrónico, como en el resto de sectores, supuso un importante paso en la liberalización comercial al tener que adaptar tanto la política aduanera como la comercial a la normativa comunitaria vigente. Para lograr una transición no traumática se negoció un período transitorio que, para los productos industriales, concluyó en 1992. Hay que tener en cuenta que la política comercial no afectaba sólo a las relaciones con los restantes miembros de la CEE, sino que también era aplicable a las relaciones con agrupaciones internacionales con los que existían acuerdos (COMECOM, GATT, OCDE, etc.) o con países, o grupos de países, que no constituían un organismo internacional. Los aspectos de mayor incidencia en el corto plazo fueron:

- eliminación de aranceles frente a la CEE
- pérdida de subvenciones encubiertas frente a la CEE y terceros países, originadas por el cambio de la política de ajustes en frontera e introducción del IVA
- adopción del *Arancel Aduanero Común* (AAC), así como todos los acuerdos suscritos por la CEE frente a terceros países

Según se estableció en el *Acta de Adhesión*, el desarme arancelario del sector electrónico fue el mismo que el aplicable a los productos industriales, con las reducciones anuales que se indican en el cuadro 17.4.

Cuadro 17.4. <b>Desarme arancelario durante el período transitorio de adhesión a la CEE</b> (Cuantía del arancel en porcentaje del arancel base)								
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
España-CEE (eliminación de aranceles)	90,0	77,5	62,5	47,5	35,0	22,5	10,0	0
España-terceros países (igualación arancel común)	90,0	77,5	62,5	47,5	35,0	22,5	10,0	AAC

Fuente: Acta de adhesión.

No obstante, se estableció una lista de productos sensibles, con una cadencia de desarme diferente que no incluía prácticamente equipos de telecomunicación y sí de los sectores de componentes y consumo. Entre éstos se consideró a los receptores de televisión como los más críticos, aunque la protección de estos contingentes desapareció entre los años 1989 y 1990.

## EL SECTOR ELECTRÓNICO COMO CONCEPTO

En la preparación del III Plan de Desarrollo para el período 1972-75, se constituyó el Grupo de Trabajo VII, denominado *Bienes de Equipo Eléctricos, Electrónicos y de Instrumentación*, al que se incorporaron varios ingenieros de telecomunicación, y, al elaborar una visión sectorial para el horizonte 1980, se comenzó a utilizar el concepto de *sector electrónico*, en el que se incluyeron los denominados *subsectores* de *Componentes* y de *Electrónica de Consumo* (o *Gran Público*), agrupando al resto de actividades como *Electrónica Profesional*, compuesto (en el argot de entonces) por las siguientes familias: *Telecomunicaciones*, *Radiodifusión y Televisión*, *Equipos para la Defensa*, *Tratamiento de la Información*, *Electrónica Industrial*, *Electromedicina e Instrumentación y Equipos Didácticos*. Con el tiempo, el nombre del sector se ha generalizado y se aplica incluso a las familias. Por otra parte, la convergencia tecnológica ha ido ampliando el cam-

po de actuación dando lugar a los llamados *Hipersectores*, que cada autor agrupa en la forma que cree más conveniente, pero que dificulta las comparaciones.

Pero en el inicio de los setenta, la creación de la *Asociación Nacional de Industrias Electrónicas (Aniel)* y la publicación anual de su *Informe del sector electrónico español* dieron carta de naturaleza al término. Esto, que ha estado claro para la gente del propio sector ha sido confuso para el resto. Contribuyeron algunas circunstancias, como por ejemplo, la existencia de una Dirección General de Electrónica e Informática, que hizo que esta última, en ciertas estadísticas, se considerase ajena al sector electrónico.

Desde mediados de los setenta, gracias a esos trabajos de Aniel, se dispuso de información sobre la producción de los diferentes epígrafes, considerados de forma global, y en colaboración con la Dirección General de Aduanas, de las importaciones y exportaciones, siguiendo el mismo criterio de clasificación, lo que permitía conocer el mercado aparente. El compromiso de confidencialidad de la Asociación con las empresas obligaba a no facilitar datos desagregados ni que se elaborasen rankings de ningún tipo, con lo que ha sido preciso acudir a otras fuentes para disponer de ellos.

## EL SUBSECTOR DE ELECTRÓNICA PROFESIONAL A PRINCIPIOS DE LOS AÑOS SETENTA

### El mercado

El mercado de equipos y sistemas de Electrónica Profesional al inicio de los años setenta tenía en España un volumen económico cercano a los 25.500 millones de pesetas.

En el cuadro 17.5 se muestra el valor de mercado del material de Electrónica Profesional en la primera parte de la década de los setenta.

Cuadro 17.5. <b>Mercado de material profesional (años 1970 a 1975)</b> (Millones de pesetas corrientes)				
Año	Producción	Importación	Exportación	Mercado
1970	13.640	12.576	758	25.458
1971	15.660	12.636	919	27.377
1972	18.660	18.546	1.170	36.036
1973	26.420	19.840	1.420	44.840
1974	34.900	21.920	1.952	54.868
1975	42.820	26.740	2.176	67.384

Fuente: Datos de la Dirección General de Aduanas, Miner y elaboración propia.

El mercado de Electrónica Profesional (equipos y sistemas) dividido por subsectores en los mismos años fue el que se muestra en el cuadro 17.6.

Cuadro 17.6. <b>Mercado de electrónica profesional por subsectores (años 1970 a 1975)</b> (Millones de pesetas corrientes)							
		1970	1971	1972	1973	1974	1975
Informática	%	35%	35%	36%	36%	36%	37%
		8.911	9.582	12.973	16.143	19.753	24.933
Telecomunicaciones	%	44%	45%	46%	48%	50%	51%
		11.201	12.320	16.576	21.523	27.434	34.365
Otros equipos de material profesional	%	21%	20%	18%	16%	14%	12%
		5.346	5.475	6.487	7.174	7.681	8.086

Fuente: Datos de la Dirección General de Aduanas, Miner y elaboración propia.

En España, en 1972, el mercado de material profesional representó el 56,5% del mercado total de electrónica. El mercado de Electrónica incluía, además del mercado de Electrónica Profesional, a los otros dos subsectores (Componentes Electrónicos y Equipos de Consumo).

La importancia de cada uno de los subsectores en los que se dividía el mercado de Electrónica Profesional en nuestro país y en los principales países europeos, en el año 1972, se muestra en el cuadro 17.7.

Cuadro 17.7. <b>Reparto porcentual por sectores del mercado de electrónica profesional en el año 1972</b>					
Subsectores	España	Alemania	Francia	Reino Unido	Italia
Informática	36%	45%	44%	38%	56%
Telecomunicaciones	46%	29%	37%	42%	33%
Otros equipos de material profesional	18%	26%	19%	20%	11%

Fuente: *El Sector Electrónico Español*. Ediciones Universidad de Navarra.

En el caso de España, el subsector de las telecomunicaciones tenía en el año 1972 un peso del 46% del total del mercado y representaba un porcentaje superior al de los países europeos más industrializados.

El mercado de telecomunicaciones en el período 1970 a 1975 estaba prácticamente cubierto por producción nacional. Más del 80% de la demanda procedía de Telefónica.

El crecimiento del mercado del subsector de telecomunicaciones en el período 1970 a 1975 fue superior al 200%, a pesar de la crisis energética que se inició en esa época.

Los productos demandados más significativos en el período fueron equipos de conmutación telefónica, equipos de transmisión y equipos de radiocomunicaciones, representando todos ellos más de un 75% del total. Los equipos específicos para teledifusión, telegrafía y otros medios de comunicación apenas representaban el 8% del total, contribuyendo el resto de los equipos con el 17% restante.

La producción nacional se veía favorecida por la existencia de un sistema arancelario que gravaba de manera significativa las importaciones de los equipos y sistemas de telecomunicaciones. Así, por ejemplo, los equipos de telefonía y telegrafía pagaban unos derechos arancelarios que oscilaban entre el 10 y el 28,5% del valor de equipo, en función de las características del mismo. Asimismo, y con objeto de favorecer las exportaciones, existían beneficios fiscales a la exportación. Existía una desgravación fiscal a la exportación con los países del Mercado Común de entonces, que variaba entre un 18 a un 12%, en función del tipo de producto.

Al inicio de los años setenta, como hemos explicado en la primera parte del libro, existían presiones sobre la Administración por parte de los industriales, para que en España se estableciese una auténtica política de compras públicas en línea con otros países desarrollados

Se formularon diferentes políticas en el subsector de la informática y en el de otros equipos de Electrónica Profesional, orientados a hacer más competitivos estos subsectores industriales a nivel internacional mediante una adecuada promoción y apoyo de la investigación y el desarrollo aplicado.

El resultado de todas estas actuaciones no fue realmente significativo.

En el campo de la informática las dificultades nacieron de la necesidad de adquirir masa crítica y crear unidades de grandes dimensiones que por tamaño pudieran competir a nivel internacional. Se consideró entonces que este hecho hizo fracasar las diferentes iniciativas.

En el campo de otros equipos de material profesional también fracasaron los diversos programas. Se ha dicho que la gran diversidad de aplicaciones que este segmento de actividad comporta, unido a la flexibilidad requerida para adaptarse a las diferentes exigencias del mercado, está en el origen del fracaso de las diferentes actuaciones. Sea como fuere, lo cierto es que tampoco las políticas que se pusieron en marcha por parte de la Administración favorecieron la creación de un tejido industrial importante en nuestro país.

Fue, por el contrario, en el subsector de las telecomunicaciones donde la política industrial aplicada propició el nacimiento de una industria de telecomunicaciones fuerte en nuestro país, como veremos más adelante.

## La industria española

El sector productivo de las industrias de Electrónica Profesional (Informática, Telecomunicaciones y Otros Equipos profesionales) se caracterizaba, en general, por una gran concentración de las capacidades productivas.

En el subsector de la Informática a nivel internacional existía una gran concentración de la producción en un número muy reducido de empresas. Más del 90% de la producción mundial estaba concentrada en un total de diez empresas. Asimismo, en este subsector la actividad productiva se concentraba en muy pocos países. Estados Unidos fabricaba más del 80% de la producción mundial, el 14% de la producción la acaparaba Alemania, el Reino Unido y Francia. El resto se lo repartían entre Japón 3%, Italia 2% y el 2 % restante entre otros países. En España no existía prácticamente ninguna actividad industrial, salvo la de la empresa creada por el profesor Ferraté en Barcelona y que posteriormente derivó hacia aplicaciones de control de tráfico en las grandes ciudades con el nombre de *Enclavamientos y Señales*.

Frente a las grandes empresas americanas, IBM, UNIVAC, NCR, existían algunas empresas europeas como BULL-GE, Nixdorf Computer, Olivetti, que suministraban productos al mercado español. Todas ellas tuvieron actividades comerciales y de ingeniería, pero ninguna tuvo implantación industrial en nuestro país para la fabricación de ordenadores, aunque algunas de ellas, como Olivetti y Nixdorf, mantuvieron actividades de producción aunque no de equipos informáticos propiamente dichos.

En el subsector de las Telecomunicaciones existían al inicio de los años setenta tres grandes empresas multinacionales que estaban presentes en nuestro país desde hacía bastantes años, que contribuían con más del 85% de la producción total y donde trabajaba aproximadamente el 90% de todo el personal que empleaba el sector de la Electrónica Profesional al comienzo de los años setenta.

Junto a estas tres grandes empresas multinacionales existían en el tejido industrial de las empresas de Telecomunicaciones otras 28 unidades productivas de pequeño y mediano tamaño, algunas de las cuales fabricaban terminales de abonado y algunas otras fabricaban, además, televisores y aparatos de radio orientados al mercado de gran público.

La dimensión de las veinte primeras empresas industriales del subsector de Telecomunicaciones del país en el año 1970 se muestra en el cuadro 17.8.

El subsector industrial de las Telecomunicaciones era el que había experimentado un incremento más importante en los años previos a 1969, y el que tuvo un mayor incremento a partir de 1970. La razón de este crecimiento no era otra que el desarrollo que experimentó la red telefónica nacional, unido a las iniciativas que se desarrollaron por parte de Telefónica para introducir a otras empresas que, además de fortalecer el tejido industrial incrementando las capacidades

*El subsector industrial de las Telecomunicaciones era el que había experimentado un incremento más importante en los años previos a 1969, y el que tuvo un mayor incremento a partir de 1970*

**Cuadro 17.8. Empresas de Telecomunicación en España en el año 1970. Número de personas empleadas**

N.º de empleados	N.º de empresas	Total de personas empleadas	Tamaño medio de las empresas
1-50	7	161	32
51-200	5	482	96
201-1.000	5	1.476	295
1.001-5.000	2	6.400	3.200
>5.000	1	15.026	15.026
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>23.545</b>	

Fuente: *El Sector Electrónico Español*. Ediciones Universidad de Navarra.

productivas del país, contribuirían de manera determinante a incrementar la oferta de productos a Telefónica, y con ello la competencia.

La capacidad productiva de la base industrial instalada en 1971 se estimaba en unos 19.000 millones de pesetas y se consideraba entonces que la capacidad productiva estaba empleada en más de un 85% de su capacidad total.

El valor de la producción en el período 1970 a 1975 se multiplicó por 3,13 veces, demostrando el sector una pujanza extraordinaria. Los empleos existentes en 1975 se habían multiplicado por 1,5 veces en relación con los existentes al inicio de los años setenta. El incremento de la producción y del empleo se debió al fuerte crecimiento del mercado interior motivado por el crecimiento experimentado en la demanda de equipos y sistemas de telecomunicaciones realizado por la Compañía Telefónica Nacional de España, que, como veremos más adelante en este capítulo, continuó con un fuerte crecimiento hasta comienzos de los años noventa, se estancó en el año 1992 y volvió a crecer con fuerza hasta el año 2000.

La productividad de la mano de obra en la industria de Telecomunicaciones de nuestro país rondaba en el año 1970 las 600.000 pesetas por empleado. Esta productividad creció en 1975 hasta más de un millón de pesetas por empleado.

Los otros subsectores de Electrónica Profesional ocupaban en el año 1970 poco más de 1.000 personas. Este conjunto se caracterizaba, al igual que en el resto de los países desarrollados, por la existencia de un gran número de empresas

de pequeño tamaño, justificado por el gran número de aplicaciones que se aglutinan en torno a este tipo de actividades.

## TELFÓNICA, PRINCIPAL DEMANDANTE DE EQUIPOS Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

La posición de Telefónica como principal demandante de equipos y sistemas de telecomunicaciones en España vino determinada por su carácter de operador monopolístico, que tenía como objetivo empresarial el desarrollo de las comunicaciones en todo el país. Esta posición de operador único que la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE) mantuvo desde su creación en 1924 hasta la apertura del mercado, hizo que se convirtiera en el principal demandante de productos de telecomunicaciones. Además de CTNE existían otras compañías que demandaban equipos y sistemas de telecomunicaciones. Las Compañías Eléctricas disponían de su red de telecomunicaciones para sus propios usos, y Radio Televisión Española, que además de los equipos para la producción y retransmisión de los programas de televisión, utilizaba sistemas de transmisión para el transporte de las señales desde los centros de producción a los centros de transmisión y retransmisión de los programas. El Organismo Autónomo de Correos, que disponía de su propia red para la transmisión y conmutación de mensajes, del servicio télex y de los demás servicios que proporcionaba a la población española en todo el país.

El crecimiento sostenido de la demanda de la CTNE contribuyó al nacimiento y desarrollo de la industria de telecomunicaciones en España.

En el cuadro 17.9 se indican las cifras de inversión de la CTNE desde el año 1924 hasta el año 1976.

Cuadro 17.9. **Cantidades invertidas por CTNE en instalaciones telefónicas. Período 1924 a 1976**

*(Millones de pesetas)*

Año	Pesetas corrientes		Pesetas de 1976	
	Inversión anual	Inversión acumulada	Inversión anual	Inversión acumulada
1924	20	20	586	586
1925	103	123	2.407	2.993
1926	119	242	3586	6.579
1927	135	377	4.294	10.873
1928	111	488	3.631	14.504
1929	125	613	3.975	18.479
1930	94	707	2.990	21.469
1931	67	774	2.131	23.600
1932	54	828	1.818	25.418
1933	27	855	909	26.327



Año	Pesetas corrientes		Pesetas de 1976	
	Inversión anual	Inversión acumulada	Inversión anual	Inversión acumulada
1934	36	891	1.178	27.505
1935	42	933	1.336	28.841
1939	98	1.031	2.158	30.999
1940	26	1.057	480	31.479
1941	44	1.101	690	32.169
1942	17	1.118	244	32.413
1943	53	1.171	674	33.087
1944	72	1.243	850	33.937
1945	179	1.422	1.916	35.853
1946	153	1.575	1.358	37.211
1947	154	1.729	1.168	38.379
1948	158	1.887	1.116	39.495
1949	246	2.133	1.628	41.123
1950	303	2.436	1.700	42.823
1951	585	3.021	2.257	45.080
1952	550	3.571	2.376	47.456
1953	642	4.213	2.598	50.054
1954	771	4.984	3.119	53.173
1955	926	5.910	3.582	56.755
1956	1.489	7.399	5.278	62.033
1957	1.690	9.089	5.132	67.165
1958	1.848	10.937	5.111	72.276
1959	2.226	13.163	6.054	78.330
1960	2.079	15.242	5.536	83.866
1961	2.385	17.627	6.165	90.031
1962	2.872	20.499	7.072	97.103
1963	4.047	24.546	9.554	106.657
1964	6.860	31.406	15.740	122.397
1965	9.487	40.893	19.750	142.147
1966	9.032	49.925	18.336	160.513
1967	9.865	59.790	19.922	180.435
1968	10.105	69.895	19.942	200.377
1969	14.452	84.347	27.811	228.188
1970	20.809	105.156	39.448	267.636
1971	26.306	131.462	47.136	314.772
1972	32.187	163.649	53.646	368.418
1973	37.020	200.669	56.292	424.710
1974	48.425	249.094	62.440	487.150
1975	59.065	308.159	67.629	554.779
1976	58.297	366.456	58.297	613.076

Fuente: Compañía Telefónica Nacional de España. Memoria 1976.

*En el año 1976 la CTNE tenía un total de 5.800.458 líneas telefónicas instaladas, de las cuales el 93,5% eran líneas automáticas y el 6,5% eran líneas manuales. En dicho año se instalaron 506.110 líneas automáticas y 33.853 líneas manuales*

Las inversiones que figuran en el cuadro 17.9 se corresponden con la totalidad de las inversiones realizadas por CTNE durante el período considerado no solamente en equipos y sistemas de telecomunicaciones, sino en el total de las infraestructuras necesarias para la prestación del servicio. Insistiendo en este tema se incluye el cuadro 17.11.

El valor neto contable de las instalaciones telefónicas al final del año 1976 es el que se muestra en el siguiente cuadro:

<b>Cuadro 17.10. Valor neto contable de las instalaciones telefónicas de CTNE al 31/12/1976</b>	
	Año 1976
Solares y Edificios	62.852
Equipos de Fuerza	13.063
Equipos de Conmutación	137.050
Equipos de Transmisión	53.351
Redes Urbanas e Interurbanas	185.794
Mobiliario y Equipos de Oficina	2.603
Equipos de Abonado	42.818
Otras Instalaciones	728
<b>Total Instalaciones</b>	<b>498.259</b>

Fuente: Compañía Telefónica Nacional de España. Memoria 1976.

En el año 1976 la CTNE tenía un total de 5.800.458 líneas telefónicas instaladas, de las cuales el 93,5% eran líneas automáticas y el 6,5% eran líneas manuales. En dicho año se instalaron 506.110 líneas automáticas y 33.853 líneas manuales. El crecimiento experimentado en un solo año fue aproximadamente el 10% de la planta instalada. Este parámetro expresa por sí mismo el impulso al crecimiento de la red que la CTNE estaba propiciando. El crecimiento sostenido de las inversiones había hecho prácticamente desaparecer la lista de espera. El número de teléfonos por cada 100 habitantes se situó al principio del año 1976 en el 22%, mientras que al inicio del año 1970 esta tasa era del 12,5%.

Los indicadores anteriores dan una idea del desarrollo que estaban experimentando las inversiones en la CTNE que, oportunamente canalizadas hacia la industria asentada en nuestro país, sentó las bases del inicio del desarrollo de la industria de las telecomunicaciones.

### Cuadro 17.11. **Las inversiones de Telefónica en los tiempos del monopolio**

Durante muchos años la industria española de las telecomunicaciones, incluyendo bajo ese epígrafe a todas las plantas fabriles establecidas en nuestro país, con independencia del origen de la tecnología o de su capital, han tenido como cliente casi exclusivo a la Compañía Telefónica. Es natural, por tanto, que estas industrias hayan estado siempre pendientes del volumen de inversiones que, en cada momento, afrontase la Compañía. Y que por la naturaleza de la empresa, privada, pero con el Estado como socio principal (minoritario), las presiones para conocer o incrementar el volumen de esas inversiones se trasladasen a la Administración.

De las informaciones y testimonios recogidos en este libro pueden extraerse conclusiones, en principio contradictorias, por lo que conviene insistir en este tema con un planteamiento lo más objetivo posible. Con el cuadro histórico de inversiones que publicamos podía parecer que las quejas de los agentes sociales citadas en el capítulo 5 carecen de fundamento, puesto que su volumen, con ligeros incrementos anuales (si aplicásemos pesetas constantes), no responden a los altibajos que en algunos momentos provocaron quejas.

Una fábrica de productos electrónicos profesionales (de las que antes existían en España), como cualquier industria, necesita planificar su actividad, y en este campo, entre otras cosas que exigen tiempo, importar determinados componentes electrónicos que nunca se han fabricado en España. En un mercado libre, la responsabilidad de estimar las ventas futuras es de la empresa. En un mercado en régimen de monopolio, como el que aquí hemos tenido, la empresa se quedaba en una situación pasiva: tenía que esperar a que le dijeran, con una antelación razonable, el volumen y detalle de sus suministros. Una orientación aproximada del volumen anual sin especificar los equipos no era suficiente porque no permitía programar las compras. Mejor aún habría sido una negociación previa entre cliente y proveedor, y eso, normalmente (lo digo con conocimiento de causa), no era así. Quizá Standard fuese una excepción. Si acudimos a las hemerotecas encontraremos declaraciones de responsables de las empresas quejándose de desconocer los pedidos del trimestre siguiente.

Por otra parte, hay que comprender los equilibrios que tenían que hacer los ejecutivos de Telefónica para fijar un volumen de inversiones que atendiese la demanda de los servicios, condicionado por sus ingresos (sin autonomía para fijar las tarifas) y con limitaciones en la financiación ajena. Son parámetros con repercusión en la economía nacional que obligan a actuar a varios Ministerios. Utilicemos, como ejemplo, los argumentos de la Administración sobre el *Contrato-Programa* para los años 1984, 85 y 86 cuando llegó, en diciembre de 1983, a la Comisión Delegada de Asuntos Económicos, que podemos resumir, a partir de unos comentarios oficiales que se hicieron para desmentir algunas informaciones de cierta prensa, politizando la decisión:

«Con relación al Contrato-Programa de la Compañía Telefónica, la principal preocupación es que es un programa excesivamente ambicioso, que destina 802.000 millo-

nes de pesetas de inversiones a un sector con una altísima relación capital/empleo. No dudando del interés tecnológico de muchos proyectos de la CTNE, lo que parece poco conveniente, desde la perspectiva de conjunto de la economía es dedicar volúmenes de financiación de esa magnitud, detrayéndolos de sectores de empresas menos intensivas en capital, que podrían generar decenas de miles de puestos de trabajo. Basta simplemente considerar que, por puesto de trabajo creado en la CTNE en estos años, se invierten 1.000 millones de pesetas. En concreto podrían hacerse además las siguientes consideraciones:

1.º Al estar el Plan basado en un fuerte endeudamiento (+39 por ciento en el período), no se reducen las cargas financieras, sino que se elevan en proporción al endeudamiento financiero total medio y la rentabilidad de los fondos propios cae del 4,4 al 4,2%.

2.º Las aportaciones del Estado que se consideran para los años 84, 85 y 86 de 20.000, 17.000 y 19.000 millones de pesetas, no se ajustan a las previsiones presupuestarias ni siquiera en orden de magnitud que son de 6.700, 7.500 y 8.000 millones de pesetas. Siendo un objetivo mantener la participación del Estado en la CTNE deben ajustarse las ampliaciones de capital a las posibilidades del Estado.

3.º Por otra parte el Plan Financiero de la CTNE tiene unos objetivos demasiado ambiciosos en cuanto a aumento de los fondos propios, que pasarían del 45,5 al 50,2%, y en cuanto a variación del fondo de maniobra, que pasaría de ser negativo por -1,5% del inmovilizado a +35,4% del circulante de explotación.

4.º La política de tarifas en que se basa el Plan hace la hipótesis de unas subidas por encima del IPC (9,1, 7,5 y 6,3 % para los años 1984-86). Esta proporción con el IPC no es admisible, en modo alguno, en una empresa que no está en pérdida, y violentaría toda la política de moderación de precios.

5.º En el Plan no se contempla un esfuerzo de contención de los gastos salariales, puesto que el crecimiento de los gastos de personal por trabajador, para los años 1984-86, se prevé que sea del 10, del 9 y del 5,5%».

Y por último se señalaba que el Plan no debería superar una inversión de 550 a 600.000 millones de pesetas, financiados con menos recursos del Estado para que se ajustase a las previsiones de los Presupuestos del Estado y del Crédito Oficial.

Con este ejemplo, queda claro que en diciembre de 1983 ni siquiera la CTNE sabía cuál sería el volumen de sus inversiones en 1984. Es claro que tampoco la industria.

Y queda otro aspecto no menos importante. Muchas veces se habla de inversiones como si todas correspondiesen a adquisición de equipos y sistemas de telecomunicación. No es así. Si tomamos, por ejemplo, el *Programa Bial de obras* que para uso interno elaboraba la Compañía, correspondiente a los años 1981-82 (similar a otros períodos), vemos que las diferentes partidas a financiar eran:

- Edificios para centrales (tanto de nueva construcción, como ampliaciones o reformas)
- Casetas para radio y transmisión
- Acondicionamiento de aire en edificios existentes
- Equipos de fuerza para conmutación
- Líneas automáticas normales
- Líneas automáticas de pequeña capacidad (PC)
- Posiciones de batería central simple
- Redes urbanas automáticas normales
- Redes urbanas automáticas PC
- Redes urbanas manuales
- Aparatos de abonado (tanto teléfonos como resto de equipos instalados por la Compañía)
- Cabinas telefónicas urbanas o interurbanas
- Centros a suprimir por concentración

de manera que el porcentaje de inversión total, correspondiente a suministros de las fábricas españolas del sector de las telecomunicaciones, variaba enormemente de un año a otro, en función de las prioridades en la extensión de los servicios.

Con estos comentarios, lo único que se ha pretendido es conciliar dos posturas que inicialmente podían parecer contradictorias, como señalábamos al principio. Y además, demostrar la cantidad de condicionantes macroeconómicos, fuera del control de la CTNE, que dificultaban sus decisiones en esta materia,

*César Rico*

## EL DESPEGUE DE LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES

### La creación de un mercado en competencia

La posición de dominio de Telefónica como demandante de equipos y sistemas de telecomunicación, lo que suponía un amplio y profundo control del mercado de las industrias de telecomunicaciones, la llevó a formular una política industrial activa. La forma en la que impulsó esa política activa fue variada.

Al principio de los años setenta Telefónica, bajo la presidencia de Barreira de Irimo, quiso romper el *status quo* de los suministros y para ello la Compañía propició la creación de tres industrias en nuestro país la compañía *Intelsa* (Industria de Telecomunicaciones), *Telettra Española* y *Cables y Comunicaciones*. Telefónica pretendió con ello romper el monopolio de los suministros en las tres grandes líneas de productos en los que se podían agrupar la mayor parte de las compras que realizaba (Conmutación, Transmisión y Cables).

Intelsa, SA, cuya actividad industrial principal se orientaba al desarrollo, fabricación y venta de centrales de conmutación, primero de tipo electromecánico (sistema ARF) y luego de tipo electrónico (sistema AXE) instaló sus plantas industriales en el Polígono Industrial de Arteixo (La Coruña) y en el pueblo de Leganés en la provincia de Madrid. Con la creación de Intelsa, empresa participada por Ericsson en el 51% del capital y por Telefónica en el 49% restante, Telefónica introdujo un segundo suministrador de centrales de conmutación para competir con Standard Eléctrica en este tipo de suministros.

Telettra Española, SA, cuya actividad industrial se orientaba preferentemente al desarrollo, fabricación y venta de equipos y sistemas de transmisión de alta frecuencia de tipo analógico primero y de tipo digital después.

Telettra Española, SA, sociedad participada por Telefónica en un 51% del capital y en un 49% por Telettra SpA, fue creada por Telefónica para poder disponer de un segundo suministrador de equipos de transmisión y radio, capaz de competir con Standard Eléctrica, rompiendo de esa forma igualmente el monopolio en los suministros de este tipo de equipos.

Telettra Española desarrolló su actividad industrial en San Roque (Cádiz) cerca de La Línea de la Concepción, y su ubicación, así como la de Intelsa, en el Polígono Industrial de Arteixo no fueron fruto de la casualidad.

La actividad industrial más importante de la Compañía, así como el Centro de Investigación y Desarrollo de la misma Telettra, tuvieron su ubicación en la población de Torrejón de Ardoz en la provincia de Madrid.

Cables y Comunicaciones, SA, empresa de capital mixto de Telefónica que poseía el 51% del capital y por General Cable Corporation, que tenía el 49% de capital, tuvo su implantación industrial en el Polígono Industrial de Malpica de Zaragoza.

Cables y Comunicaciones fue la tercera empresa industrial creada a principios de los años setenta con el auspicio de Telefónica y tenía como misión la fabricación de cables telefónicos. Telefónica impulsó la creación de esta empresa al igual que las dos anteriores, con el objetivo de poder disponer de un segundo suministrador local de cables que le ayudara al desarrollo de su planta externa tanto de acceso como de enlaces.

## **Nuevo *status* para Standard Eléctrica**

En el capítulo anterior, al describir la situación de la industria de telecomunicaciones antes de 1970, tuvimos ocasión de conocer la historia de Standard Eléctrica hasta esa fecha. Podemos recordar que comenzó la última década descrita con dos fábricas en funcionamiento, Madrid y Maliaño; con una superficie cubierta de 77.000 m<sup>2</sup>; más de 700 personas trabajando en la Compañía y una facturación del orden de 1.400 millones de pesetas.

En los años sesenta se invirtieron 2.600 millones, obteniendo como resultado la moderna fábrica de conmutación de Villaverde, la ampliación de Maliaño

y el aprovechamiento óptimo de Ramírez de Prado. De esta forma la superficie cubierta alcanzó los 160.000 m<sup>2</sup>, con una plantilla próxima a las 15.000 personas y una facturación de 9.000 millones de pesetas; de ellos, en el último año, 740 millones correspondientes a exportación, cifra que era nula en 1960.

Además, en 1968, Marconi Española, que pertenecía al INI, pasó a ser propiedad de ITT, pero gestionada desde Standard Eléctrica, con lo cual también se utilizaron sus instalaciones para subcontratar diversos trabajos del área de conmutación. Esa relación duró hasta 1985.

Pero, como hemos indicado en el apartado anterior, la siguiente década estuvo marcada por la aparición de los nuevos suministradores de Telefónica, una vez superado (con creces, ya que vencía en 1965) el período que garantizaba la exclusividad para Standard. Esta Compañía reaccionó eficazmente y en 1971 llevó a cabo la puesta en marcha de una fábrica de equipos de transmisión y radio en el Polígono Industrial de Toledo, pretendiendo con ello dar respuesta a la competencia establecida por la instalación de una planta de fabricación de equipos de transmisión por parte de *Telettra Española*, primero en San Roque (Cádiz) y después en Torrejón (Madrid).

En esa época, con Manuel Márquez Balín como presidente y consejero delegado, se produjo un fuerte impulso de la actividad investigadora y en 1972 se centralizaron en un edificio de más de 8.500 m<sup>2</sup>, en la Autopista de Barajas, todas las actividades de I+D, aspecto que detallamos en la quinta parte de este libro.

Puede decirse que, a corto plazo, la nueva competencia no afectó a la empresa puesto que el volumen de ventas a Telefónica no sufrió recortes significativos al coincidir con un período expansionista de la red telefónica. Lo que sí repercutió fue la crisis energética de 1973, las medidas estabilizadoras consecuencia de los Pactos de la Moncloa y comenzaron a notarse los excesos de mano de obra, como reflejo de los avances tecnológicos, que iban dejando obsoletos los sistemas existentes según se introducía más electrónica en los nuevos equipos.

En julio de 1985 se decidió aumentar en un 50% el capital social de Standard Eléctrica, más de doce mil millones de pesetas, perteneciente en un 76% a ITT, el 21% a Telefónica y el resto a inversores privados. En el mismo acto que se anunciaba la ampliación, Márquez Balín, al regreso de su viaje a China, comunicaba el preacuerdo para la constitución de una empresa conjunta con la *Shanghai Telecommunications Works*, con objeto de fabricar anualmente 200.000 líneas de centralitas digitales, proyecto que exigía una inversión de 12 millones de dólares.

Pero en poco tiempo el escenario cambió. A mediados del mes de junio de 1986, a pesar del secreto de la negociación, se supo que la empresa francesa *Compagnie General du Electricité* (CGE) que controlaba a la también francesa *Alcatel-Thomson*, había comprado los negocios mundiales de telecomunicación de la ITT. Se decía que la operación rondaría los 3.000 millones de dólares y que como operación intermedia se creaba el holding europeo *Eurotel*, encabezado por CGE, con el 63% de las acciones e ITT el 37% restante. ¿A qué se debía esta retirada? Pro-

bablemente se llegó a esta situación porque la empresa americana, embarcada en un ambicioso plan de diversificación, no había invertido lo necesario para poder competir al llegar la conmutación digital.

Como consecuencia, a primeros de enero de 1987 se presentó en Bruselas la empresa *Alcatel NV*, producto de la fusión de ITT y CGE, convirtiéndose en el segundo grupo mundial de telecomunicaciones, tras la norteamericana AT&T, quedando el capital repartido de la siguiente manera: CGE 55,6%; ITT 37%, y los bancos Societé Générale de Belgique 5,7% y el Crédit Lyonnais 1,7%

Durante este proceso, Manuel Márquez Balín dimitió al cargo de presidente de Standard Eléctrica, tras más de treinta años perteneciendo al grupo ITT. Según él declaró dejaba el cargo «para facilitar al máximo la libertad de actuación a los nuevos socios mayoritarios». Le sustituyó Miguel Ángel Canalejo, que hasta entonces era consejero delegado de la Compañía, con efectividad, en la presidencia, a partir del momento de la firma de los acuerdos ITT-CGE.

De esta forma, la aplicación del primer plan de reconversión para la empresa que había sido aprobado por RD 1380/84, de 20 de junio, que contemplaba una serie de medidas laborales, fiscales, tecnológicas, de inversión, etc., para el Grupo ITT, es decir, Standard y Marconi, medidas que tenían por objeto lograr que las dos empresas alcanzaran su viabilidad económica e industrial y una rentabilidad adecuada al final del período considerado, implicó a Alcatel, que tuvo que negociar con el Gobierno español. Estas negociaciones entre Pierre Suard, presidente de Alcatel, y Luis Carlos Croissier, ministro de Industria y Energía, fueron tensas y duraron hasta mayo de 1987, obteniendo como resultado que Alcatel, NV no se desprendiese de Standard, aceptase el plan de reconversión para reducir en 4.000 personas la plantilla, en base a bajas incentivadas y jubilaciones, y diese vía libre para que Marconi fuese adquirida por otra empresa, incluso alguna multinacional de la competencia.

Pocos meses después, con gran despliegue de medios, comenzó la campaña de publicidad de Alcatel que, con el slogan «Empieza una nueva era en las comunicaciones», destacaba que Alcatel NV estaba presente en la industria de 75 países, operaba en 110, y que con unas ventas por valor de 12.000 millones de dólares daba empleo a más de 150.000 personas.

## **Marconi, filial de Standard Eléctrica**

En 1968 Marconi pasó a estar controlada por Standard, como ya hemos dicho, momento en el que se abandonó la fabricación de equipos de consumo para centrarse en los campos de electrónica militar, conmutación (equipos Pentaconta para Standard), ayudas a la navegación, comunicaciones de radio y señalización ferroviaria. Por carencias de la industria auxiliar de la época la fabri-



cación era integral, lo que justificaba la plantilla de 3.000 personas en los años setenta.

La división tecnológicamente más avanzada era la de Defensa y Electrónica Profesional donde, bajo licencia o desarrollos propios, se fabricaban:

- equipos de comunicaciones de radio HF, VHF y UHF para las FFAA, y algunos, como los equipos marinos de VHF, fueron exportados a toda Europa y Estados Unidos. Se fabricaron los equipos de los carros de combate AMX-30 y de las fragatas construidas en España.
- radares costeros RX-80 y direcciones de tiro para baterías antiaéreas y misiles Aspided.
- ayudas para la navegación aérea y marítima.
- mantenimiento de la aviónica de los Mirage, Phantom, Hércules, etc.
- como compensaciones del Programa FACA: subconjuntos electrónicos para los F-18, helicópteros y carros de transporte de personal.

La otra división con personalidad propia y éxito fue la de Control y Señalización para Ferrocarriles, tanto para ferrocarriles tradicionales como de alta velocidad. (Esta actividad se segregó en 1986 quedando en manos de la SEL, empresa alemana de ITT.)

Con la crisis de las telecomunicaciones de mediados de los años ochenta y la reducción, hasta desaparecer, de la fabricación en el área de conmutación, llegaron sucesivos planes de reconversión con el resultado de 2.000 bajas en siete años. Tras la llegada de Alcatel todos los socios quisieron deshacerse de Marconi para lo que disolvieron el Consejo de Administración, y contrataron a *Diagnóstico y Gestión Integral de Empresas (Gestiber)* la venta de la Compañía, la elaboración de un plan estratégico y la búsqueda de un socio tecnológico, nombrando administrador único a Jorge Larrumbide, director de la consultora. Disponían para ello de un plazo de un año. Poco después, el 17 de junio de 1987, Gestiber planteó cinco alternativas entre las que figuraba su retirada del proyecto y, en el momento de conseguir un nuevo plan de regularización, Alcatel, mediante una operación puente algo sorprendente, vendió la empresa a *Prodenesa*, sociedad creada por Julián San Cristóbal, una persona ajena al sector. Un mes después, la división de Defensa pasó a Amper constituyendo *Amper Programas* y la señalización siguió en manos alemanas. En la actualidad estas dos divisiones obtienen excelentes resultados en sus nuevas sociedades, manteniendo gran parte de los gestores, técnicos y operarios que heredaron sus conocimientos de la gran industria y escuela de técnicos que fue Marconi.

## **EL HOLDING INDUSTRIAL DE TELEFÓNICA (1980-1990)**

Tanto a través de una política activa de toma de participación en las diferentes sociedades, como el caso de las empresas citadas anteriormente, como a través de la

creación de empresas filiales, Telefónica fue tomando una parte muy activa en el desarrollo de las industrias de telecomunicaciones durante la década de los sesenta. En el año 1980 Telefónica había configurado un grupo industrial integrado por compañías que no sólo tenían como objetivo el suministro de equipos a Telefónica sino otros varios. En el cuadro 17.12. se enumeran las Sociedades (filiales y participadas) de Telefónica que integraban el grupo industrial de Telefónica.

Cuadro 17.12. <b>Empresas filiales y participadas de Telefónica en el año 1980</b>		
Compañía	% Participación de Telefónica	Actividad
Sociedades filiales		
Comercial de Servicios Electrónicos, SA (COSESA)	100%	Comercialización de equipos y servicios
Compañía Española de Telecomunicaciones, SA (Entel)	100%	Tráfico internacional
Compañía Financiera de Telefónica Española, BV	100%	Finanzas
Compañía Publicitaria de Exclusivos Telefónicos, SA (CETESA)	100%	Guías telefónicas
Electrónica Aragonesa, SA (ELASA)	100%	Reparación de teléfonos básicos y teléfonos públicos
Gráficas Burgos, SA (GRAFIBUR)	100%	Edición
Hispano Radio Marítima, SA	100%	Sistemas de comunicaciones
Sistemas e Instalaciones de Telecomunicaciones, SA (SINTELSA)	100%	Instalaciones
Sociedades participadas		
Telettra Española, SA	51%	Desarrollo y fabricación sistemas de transmisión y radio
Industrias de Telecomunicaciones, SA (INTELSA)	49%	Desarrollo y fabricación de sistemas de conmutación
Cables y Comunicaciones, SA	49%	Fabricación de cables
Urbana Ibérica, SA	40%	Actividades inmobiliarias
Compañía Internacional de Telecomunicaciones, SA (CITESA)	20%	Fabricación de terminales telefónicos
Standard Eléctrica, SA (SESA)	20%	Desarrollo y fabricación de sistemas
Sociedad Española de Comunicación e Informática, SA (SECOINSA)	19%	Informática

Tanto el Gobierno de la UCD (1977-1982) como los sucesivos gobiernos del PSOE otorgaron a Telefónica un papel de impulsor de la política industrial del sector de las telecomunicaciones. La aprobación del segundo Plan Cuatrienal de inversiones de Telefónica, en total coherencia con el papel que el Plan Electrónico e Informático Nacional otorgaba a Telefónica, hizo despegar la industria de las telecomunicaciones española.

La llegada al poder del Partido Socialista en 1982 reforzó el papel de Telefónica como locomotora del desarrollo industrial del sector de las telecomunicaciones.

En el Informe Anual de Telefónica del año 1983 se podía leer:

«La Compañía Telefónica no agota su contribución a la Sociedad y a su progreso con la prestación de los servicios telefónicos, móviles y telemáticos, todos ellos en continuo proceso de modernización, sino que también contribuye como motor de un grupo de empresas, algunas de tecnología punta y de ámbito comercial muy especializado, y al desarrollo de la industria nacional mediante la creación de puestos de trabajo y fomento de las exportaciones».

Las ventas del grupo industrial y de servicios de Telefónica ascendieron en 1983 a 53.000 millones de pesetas, con un incremento del 15% sobre el año anterior. Estas ventas se habían realizado según la siguiente distribución: Telefónica (55%), Otros Clientes Nacionales (30%) y Exportación (15%).

Al 31 de diciembre de 1983 el Grupo de Empresas de Telefónica estaba integrado por las Compañías que figuran en el siguiente cuadro:

Cuadro 17.13. <b>Datos Básicos del Grupo Telefónica al 31 de diciembre de 1983</b>						
EMPRESAS PARTICIPADAS DEL GRUPO INDUSTRIAL DE TELEFÓNICA AL 31-12-83						
Sociedad de participación directa	Volúmenes de ventas (Mill./Ptas.)	Cifra de empleo	Activos totales (Mill./Ptas.)	Capital social (Mill./Ptas.)	Participación CTNE (%)	Actividades
Sintel (*)	14.448	2.945	9.165	1.100	100	Instalación de equipos y tendido de líneas y cables en el campo de las telecomunicaciones
Cosesa	4.683	444	4.820	700	100	Comercialización de equipos y servicios electrónicos en el campo de las telecomunicaciones
Hispano Radio Marítima, SA (*)	1.642	407	1.675	400	100	Comercialización y mantenimiento de equipos electrónicos para las comunicaciones marítimas y ayuda a la navegación

EMPRESAS PARTICIPADAS DEL GRUPO INDUSTRIAL DE TELEFÓNICA AL 31-12-83						
Sociedad de participación directa	Volúmenes de ventas (Mill./Ptas.)	Cifra de empleo	Activos totales (Mill./Ptas.)	Capital social (Mill./Ptas.)	Participación CTNE (%)	Actividades
Entel, SA (*)	2.387	559	1.614	350	100	Desarrollo y ejecución de proyectos en el campo de los sistemas y servicios informáticos
Cetesa (*)	2.837	921	1.409	225	100	Captación de publicidad para guías y anuario telefónico, cabinas telefónicas y marquesinas
Grafibur, SA (*)	477	105	459	325	100	Fabricación de guías telefónicas
Electrónica Aragonesa, SA (*)	869	478	164	15	100	Fabricación y reparación de aparatos telefónicos
Amper, SA (*)	2.881	768	2.959	800	87,5	Desarrollo, fabricación y reparación de terminales telefónicos y telemáticos. Fabricación de componentes (circuitos híbridos y flexibles)
Telettra Española, SA (*)	7.787	1.746	12.760	800	51	Desarrollo, fabricación e instalación de equipos electrónicos en el sector de las telecomunicaciones, especialmente en Transmisión y Radio
Intelsa (*)	9.329	2.260	17.340	2.000	49	Fabricación e instalación de equipos de telecomunicación, especialmente en conmutación pública y centralitas de abonado y sistemas para la Defensa
Cables y Comunicaciones, SA (*)	5.225	386	6.199	782	49	Instalación y venta de cables para aplicaciones industriales de la electricidad y telecomunicación
Urbana Ibérica, SA	272	13	686	330	100	Actividades inmobiliarias

(\*) Datos según estados financieros.

OTRAS PARTICIPADAS			
Sociedad de participación directa	Capital social Mill./Ptas.	Participación %	Actividades
SECOINSA	8.681	23,75	Desarrollo, fabricación y comercialización de equipos informáticos y de transmisión de datos
STANDARD ELÉCTRICA	12.335	20,6	Desarrollo, fabricación e instalación de equipos en el sector de las telecomunicaciones
Radio Industria Bilbaína, SA	12	100 (H.R.M.)	Fabricación de equipos de radio-comunicación
Electrónica y Amplificación, SA	3	100 (H.R.M.)	Fabricación de equipos de radio-comunicación
Ibermática, SA	140	35 (Entel)	Servicios informáticos
Informática Distribuida, SpA	800 Mill./liras	33 (Entel)	Promoción y gestión de centros de cálculo y prestación de servicios informáticos
Saptec	40	33 (COSESA)	Fabricación de productos eléctricos y electrónicos

Fuente: Memoria anual de Telefónica año 1983.

Durante el año 1983 se habían llevado a cabo nuevas adquisiciones por parte de Telefónica: se adquirió el 87,5% de Amper, SA y se constituyó la filial Telefónica Internacional.

A finales de 1985 Telefónica participaba en un total de 29 Sociedades. En ese año se pusieron en marcha más proyectos industriales. *Indelec* (empresa especializada en telefonía móvil) fue creada junto con Philips en el año 1985.

Se creó también en el mismo año *Telefonía y Datos* para que actuara como segundo suministrador del Conmutador de Paquetes Tesy A, así como para desarrollar y vender sistemas avanzados de voz y datos. Se potenció su actividad de Investigación y Desarrollo creando su nuevo centro que daría posteriormente origen a *Telefónica I+D*. Telefónica firmó en diciembre de 1985 con AT&T un acuerdo para constituir *AT&T Microelectrónica de España, SA*, de la que Telefónica tenía el 20 % del capital y AT&T *Microelectrónica* el 80% restante, aportando entre ambos un capital inicial de 65 millones de dólares.

A finales de 1985 también Telefónica creó junto con la Compañía *Corning Class*, líder mundial en la fabricación de fibra óptica, la *Compañía Telcorsa*, con participación de Telefónica de un 35% y de un 65% de *Corning Class*.

En 1986 Telefónica impulsó la creación de una industria potente de informática, pasando Secoinsa a estar participada en un 40% por Telefónica y en un 60% por Fujitsu.

Telefónica, impulsada por el Gobierno, entró en la elaboración de los planes de reestructuración de Standard Eléctrica, garantizando a la misma un plan de compras que diera viabilidad a su plan de reestructuración, evitando con ello el cierre de la Compañía y la destrucción de 19.000 empleos.

A finales de 1986 Telefónica comenzó a reconsiderar la estrategia industrial de los años anteriores, abandonando el liderazgo del sector industrial.

Fue a partir de 1986 cuando Telefónica inició un proceso de diversificación de los suministros reduciendo con ello su dependencia de su grupo industrial, pretendiendo ganar con ello autonomía y abriendo de esa forma su mercado a un número mayor de empresas del sector.

En la Memoria de Telefónica de 1987 se declaraba:

«Un cambio profundo empieza a ser un hecho en nuestra política industrial. Poco a poco estamos cortando antiguos lazos accionariales con los fabricantes de equipos de telecomunicaciones para usar nuestra capacidad de compra como herramienta fundamental de nuestra irrenunciable colaboración con una política industrial española de creación de empresas y de fomento de la tecnología y la investigación, sin renunciar por ello a participar en las cabeceras de los grandes grupos europeos del sector».

Este cambio en la orientación de la política empresarial se terminaría saliendo con la salida progresiva de las participaciones en las empresas industriales españolas en las que participaba. Así, por ejemplo, en 1991 se disolvió la «*Joint-Venture*» que mantenía con *Fujitsu Limited*, vendiendo el 40% que mantenía en Secoinsa. Se vendió también en ese año la participación del 10% del capital que Telefónica mantenía como contraprestación accionarial del 51% que había poseído en Telettra Española. Intercambió el 20% de las acciones que poseía en AT&T Microelectrónica de España por un 6% del capital de ATT-NCI de acuerdo con la política de estar presente en las empresas matrices de los grupos multinacionales.

A finales de 1991 sólo mantenía en empresas dedicadas al desarrollo y fabricación de equipos de telecomunicación las siguientes participaciones industriales:

Alcatel Standard Eléctrica.....	21,14% del capital
Amper.....	15,34% del capital
Indelec .....	40% del capital
ATT Network System .....	5,84% del capital
Eritel.....	100% del capital
ES2 .....	2% del capital

*En la segunda mitad de los años setenta el INI fue adquiriendo una serie de empresas del sector electrónico con determinadas capacidades innovadoras, algunas de las cuales atravesaban ciertas dificultades económicas*

---

En 1992 la fusión de Alcatel con Telettra SpA y consiguientemente la fusión por absorción en España de Telettra Española, SA, con Alcatel Standard Eléctrica, SA, permitió reducir la participación de capital de Telefónica en la empresa fusionada al 13,24%. Lo mismo sucedió con Eritel, SA que redujo su participación al 36,55%. Esta política continuó en años posteriores. En 1996 se desprendió del 5,84% del capital de ATT-NCI y vendió asimismo su participación en ES2. También en 1996 Telefónica vendió el 100% del capital de Sintel.

## **LAS EMPRESAS ELECTRÓNICAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIA (INI)**

### **La División de Electrónica e Informática**

En la segunda mitad de los años setenta el INI fue adquiriendo una serie de empresas del sector electrónico con determinadas capacidades innovadoras, algunas de las cuales atravesaban ciertas dificultades económicas, y para coordinar sus actividades contrató a Antonio Rodríguez Rodríguez, director comercial de Standard Eléctrica, nombrándole presidente o consejero delegado de cada una de dichas empresas, para facilitar la colaboración entre ellas, que se agruparon en lo que se denominó *División de Electrónica e Informática* del INI, con él como director general. En el período de su mandato, hasta 1983, se consolidó el grupo como un potente *holding* industrial constituido por diez empresas principales que desarrollaban su actividad en las diversas áreas de la electrónica profesional.

En 1983, tras el cambio de gobierno del año anterior, fue sustituido por Jesús Rodríguez Cortezo, que continuó con el desarrollo de la División. Un dato es suficiente para señalar su importancia: en el período 1984-88 las inversiones fueron de 23.000 millones de pesetas, de las que 18.000 millones se dedicaron a investigación y desarrollo, lo que representaba el 7% de las ventas.

Para conocer mejor la realidad de este grupo de empresas, tomamos como referencia el año 1983, con el cambio de responsables, y presentamos una *foto fija* de las empresas pertenecientes a la División y su actividad principal.

**Equipos Electrónicos SA (EESA).** Desarrollo y fabricación de equipos de electrónica profesional para aplicaciones civiles y de defensa. Fue fundada en 1971 y adquirida al cien por cien por el INI en 1977. En 1983 tenía una plantilla de 374 personas de las que 30 se dedicaban a I+D. Javier Álvarez Vara era el presidente y Eduardo Moreno Cerezo, el vicepresidente.

**Experiencias Industriales SA (EISA).** Dedicada a la fabricación de sistemas electrónicos para defensa, así como equipos y sistemas de seguridad, control de procesos y otras aplicaciones industriales. Tenía experiencia en la fabricación de equipos de telecomunicación ya que, entre otros, fabricó centralitas telefónicas para Philips cuando su homologación exigía ser fabricadas en España. Fue fundada en el año 1921 y adquirida al cien por cien por el INI en 1942. Su plantilla en 1983 ascendía a 649 personas de las que 50 se dedicaban a I+D. El presidente era Antonio Pintado.

**Empresa Nacional de Óptica (ENOSA).** Fabricación de productos ópticos de diversas aplicaciones, pero especialmente para defensa. Diseño y fabricación de dispositivos y paneles para información pública así como equipos didácticos. Fue fundada en 1951 con capital aportado íntegramente por el INI dando empleo a técnicos alemanes que abandonaron su país como consecuencia de la II Guerra Mundial. Su plantilla, en 1983, era de 697 personas, 41 en I+D. En esa fecha el presidente era Antonio Rojo Sastre.

**Estudio y Realizaciones en Diseño Informatizado SA (ERDISA).** Dedicada a los servicios informáticos en el campo CAD/CAM. Se fundó en 1983 con una participación del INI del 60%. José San Leandro Ros era el director general.

**Estudios y Realizaciones en Informática Aplicada SA (ERIA).** Compañía de servicios dedicada a asesoramiento y asistencia técnica, desarrollo de software, formación de usuarios e ingeniería de sistemas. Se fundó en 1973 con una participación del INI del 59%. En el año que estamos tomando como referencia, 1983, la plantilla era de 226 personas, de ellas 14 en labores de I+D. El presidente era Manuel López Goya.

**ICUATRO SA (I-4).** Empresa perteneciente al sector de la electromedicina, especialmente dedicada al desarrollo de sistemas de información médica y hospitalaria. Fue fundada en 1977 y adquirida por el INI en 1981 con una participación del 84%. La plantilla era en 1983 de 81 personas con 29 en I+D. Como presidente y director general estaban Humberto Figarola y José Luis Bozal, respectivamente.

**Ingeniería de Sistemas Electrónicos e Informáticos SA (ISEL).** Empresa dedicada a la elaboración de planes estratégicos a medio plazo y operativos a corto, así como a la gestión de programas de educación. Con una participación del 100% fue fundada por el INI en 1981. Estaba presidida por Alberto Llovet Batlori.

**Piher Electrónica SA (PESA).** La empresa Piher, dedicada a componentes, en un programa de diversificación fundó en 1970 esta empresa dedicada al desarrollo, producción e instalación de sistemas y equipos para la TV profesional. En el capítulo siguiente describimos el importante papel que jugó en el suministro de equipos para el Campeonato Mundial de Fútbol de 1982, una vez que había sido adquirida por el INI en 1980, con una participación del 75% en su capital. Tenía en 1983 una plantilla de 279 personas, 41 en I+D. El presidente era Antonio Díaz Borja.



**Sociedad Española de Comunicaciones e Informática SA (SECOIN-SA).** Se fundó en 1975, con una participación del INI del 69%, dedicada a la investigación, producción y venta de equipos de comunicaciones y proceso de datos. En otros capítulos se comenta ampliamente su participación en el proyecto Tesys. La plantilla en 1983 era de 902 personas, 102 en I+D, y Jaume Clavell, su presidente.

**Telesincro SA.** En la década de los sesenta Jaume Clavell, Joan Majó y Banca Catalana crearon la primera empresa española para desarrollo y fabricación de ordenadores de gestión, equipos terminales y periféricos. Tras una etapa intermedia bajo la tutela de Secoinsa, el INI la adquirió en 1977, con una participación del 69%. El consejero delegado, al finalizar 1983, era Mario Guerrero Vidal.

## Evolución del holding

La situación descrita duró poco tiempo, siendo algunos de los cambios más importantes los siguientes:

- A mediados de marzo de 1985, Luis Carlos Crossier, presidente del Instituto Nacional de Industria, y Luis Solana, presidente de Telefónica, firmaron la venta de Secoinsa a la CTNE por un importe inicial de 2.160 millones de pesetas, pendiente del resultado de las auditorías sobre el valor neto patrimonial. El resto seguía en manos de la multinacional japonesa Fujitsu. Con el acuerdo, el INI adquirió la totalidad del capital de Telesincro (que estaba participada por Secoinsa) y de ISEL.
- Según se comentó en aquella época, la venta de Secoinsa creó bastante malestar en el seno del INI, siendo el origen de una minicrisis que se saldó con la desaparición de la División de Electrónica e Informática en los primeros días de octubre de 1985, el cambio de denominación social de Equipos Electrónicos por el de *Empresa Nacional de Electrónica y Sistemas (Inisel)* y la fusión, por absorción, de Experiencias Industriales por Inisel, quedando esta nueva empresa como cabecera de un *miniholding* del mismo nombre bajo la presidencia de Eduardo Moreno y con un equipo directivo constituido por cinco directores: Luis Antón, Miguel Briongos, José Luis Bozal, Federico Maestre y Ramón Mancebo, y tres gerentes: Jesús Rodríguez Cortezo (Sistemas Civiles), Josep Riverola (Sistemas Militares y Espacio) y Antonio Pintado (Operaciones Industriales). Con ello se convertía en el segundo grupo electrónico, inmediatamente después de Telefónica.
- El nuevo grupo tenía una fuerza de trabajo de unas 1.200 personas, unas ventas de 8.500 millones de pesetas previstas para 1985 y una cartera de pedidos, en ese momento, superior a los 20.000 millones. La nueva organización, por otra parte, permitió una redistribución de las

áreas de actividad de cada empresa para lograr una mayor especialización de cada una de ellas.

- En febrero de 1986 quedó ratificado el *Joint Venture Agreement* firmado en Nueva York dos meses antes, entre Luis Solana, presidente de Telefónica, y Takuma Yamamoto, presidente de Fujitsu, con la fusión de Secoinsa y la filial de Fujitsu, efectiva desde el 1 de abril de 1986. La nueva empresa pasó a llamarse *Fujitsu España* (FESA). Partía con una plantilla inicial de 1.200 personas, en su mayoría procedentes de Secoinsa y una facturación prevista para ese año de 15.000 millones de pesetas y el proyecto de llegar a 3.000 personas, 400 en I+D, en 1989.
- En junio de 1988 Bull adquirió el 70% de las acciones de Telesincro, permaneciendo Inisel con el 30% restante. La estrategia que marcó el grupo Bull, tenía varias etapas; en la primera, hasta 1990, la multinacional gala subcontrataría el 55%, y este porcentaje iría disminuyendo hasta llegar a un 85% de producción propia.
- Durante los últimos años ochenta y principios de los noventa, las ampliaciones de la red de RTVE, la aparición de las televisiones privadas, los acontecimientos de 1992, etc., incrementaron de forma importante la demanda de equipos y sistemas de vídeo, audio y radiofrecuencia, por lo que PESA (después de 1986 que terminó con pérdidas) creció espectacularmente. Luego se incorporó al Grupo Amper que, poco después, la vendió a un grupo inversor americano, desapareciendo la empresa como tal.

## **LAS CONSECUENCIAS DEL FENÓMENO DESREGULADOR EN ESTADOS UNIDOS, REINO UNIDO, JAPÓN Y EUROPA**

Los servicios de telecomunicaciones han constituido desde su nacimiento uno de los paradigmas de intervención del Estado en la economía.

Desde el nacimiento de los servicios de telecomunicaciones el mercado se había desarrollado bajo la consideración de «monopolio natural».

Los avances de la tecnología aplicable a las redes de telecomunicación considerada como factor técnico, la globalización de la economía considerada como factor económico y la desregulación del sector en Estados Unidos como factor político pusieron en crisis el modelo económico anterior, alterando fuertemente el *status-quo* de este importante sector de la economía, y con ello el devenir de la industria de las telecomunicaciones en España. Fue, sin duda, el factor político y el advenimiento del proceso desregulador en Estados Unidos y su posterior extensión al Reino Unido y Japón, en una primera fase, y su expansión posterior a Europa el que indujo los cambios profundos a los que se vio sometida la industria de las telecomunicaciones en España.

Dada la importancia que tuvo el fenómeno regulador, nos detendremos en las próximas líneas a realizar un sintético repaso de cómo se produjo la desregulación en Estados Unidos, Reino Unido y Japón después y por último en Europa.

Como es sabido, en casi todos los países desarrollados la explotación del servicio telefónico y telegráfico se organizó desde su nacimiento en torno a un monopolio. Los argumentos que se han empleado para justificar esa organización han girado en torno a la idea del «monopolio natural».

## La desregulación de las telecomunicaciones en Estados Unidos

En Estados Unidos las sociedades prestatarias de los servicios de telecomunicaciones han sido tradicionalmente empresas privadas sometidas a reglamentación. ATT era la más grande de ellas antes de su desmembramiento. ATT era la Compañía más importante del país, tenía un número de empleados cercano al millón de personas. El 80% del tráfico telefónico de los Estados Unidos estaba en manos de ATT, sólo el 20% restante estaba en manos de sociedades independientes.

El mercado de telecomunicaciones en Estados Unidos ha estado estrechamente controlado por la *Federal Communications Comision* (FCC). La FCC es la agencia federal que fue creada en 1934 y que tenía como misión regular las comunicaciones en Estados Unidos, ya sean de radio, televisión, cable o satélite.

ATT poseía un monopolio casi total en lo relativo a servicios de telecomunicaciones. El servicio de explotación de las redes locales se estructuraba en torno a 22 empresas filiales que eran denominadas «*Bell Operating Companies*» (BOC), las cuales facilitaban el servicio en sus respectivas áreas geográficas en forma de monopolio. Las BOC cubrían el 60% del territorio y transportaban el 80% del tráfico local.

El servicio de larga distancia se facilitaba a través de la División de ATT de tráfico interurbano y transportaba el 96% del tráfico de larga distancia, representando una cifra de negocio a finales del año 1982 de aproximadamente 30.000 millones de dólares.

ATT disponía de los célebres Laboratorios Bell, donde se llevaba a cabo la actividad de investigación y desarrollo de sistemas de telecomunicación, con los que ATT continuaba desplegando sus redes.

Western Electric era la filial que realizaba la fabricación de los equipos que salían de los Laboratorios Bell y que ATT utilizaba para la construcción de las redes. WE dirigía el 90% de su fabricación hacia ATT. En el año 1982, la cifra de negocios fue de 13.000 millones de dólares aproximadamente.

Bajo el esquema básico definido anteriormente se desarrollaron las telecomunicaciones en los Estados Unidos desde 1934, fecha en la que se firmó la «*Communication Act*», hasta el 24 de agosto de 1982, fecha en la que se publica el «*Consent Decree*» con el que se pone fin a la acción anti-trust y a través del cual se desmantela definitivamente el conglomerado de ATT.

*La ley denominada Telecommunications Act, de 26 de junio de 1984, rompió el privilegio exclusivo de BT para proporcionar servicios de telecomunicaciones al mismo tiempo que creaba la autoridad reguladora denominada Oftel como organismo teóricamente independiente del Gobierno*

---

La acción de desmantelamiento del monopolio llevada a cabo por la FCC se inscribió en el marco de una filosofía política de los poderes públicos que pretendía abrir a la competencia el mercado de telecomunicación en Estados Unidos.

El desmembramiento de ATT en Estados Unidos supuso que dicha empresa debió deshacerse de las 22 empresas operadoras locales. Las 22 compañías locales se reagruparon en siete sociedades «*holding*» regionales (Regional Holding Companies, CRS).

Lo que quedó de ATT después de que abandonó las BOC se organizó en cinco actividades diferentes:

- Comunicaciones de Larga Distancia (ATT Communications)
- Producción de Equipos (ATT Technologies)
- Investigación y Desarrollo (Bell Laboratorios)
- Comercialización a nivel internacional de productos y servicios (ATT International)
- Informática (ATT Information Systems)

La decisión de 1982 dejaba muchos cabos sueltos. El decreto de 24 de agosto preveía por esa razón una revisión del mismo cada tres años. El 10 de septiembre de 1987 el juez Green, que tuvo una participación fundamental en todo este proceso, y en base a la decisión que le permitía la revisión trienal del acuerdo sobre el desmantelamiento de ATT, tomó la decisión de **no poder producir equipos telefónicos ni ofrecer servicios de larga distancia**.

Este hecho marcó un hito fundamental en el devenir de la industria de telecomunicaciones en los Estados Unidos.

## **La exportación del modelo desregulador. Gran Bretaña y Japón**

Los efectos de la política desreguladora de Estados Unidos tuvo como primeros afectados a los países más ligados entonces económicamente a Estados Unidos: Gran Bretaña y Japón.

**La desregulación en Gran Bretaña.** En Gran Bretaña el Gobierno Thatcher planteó como una de las políticas de gobierno la privatización paulatina de la red telefónica. En 1980 el Gobierno había anunciado al Parlamento su volun-

tad de separar del Post Office sus actividades de telecomunicaciones, pasando a llamarse British Telecom (BT).

El informe Beesley puso de manifiesto que no era posible realizar la privatización de la red sin poner en cuestión el monopolio de la construcción de otras redes.

La ley denominada *Telecommunications Act*, de 26 de junio de 1984, rompió el privilegio exclusivo de BT para proporcionar servicios de telecomunicaciones al mismo tiempo que creaba la autoridad reguladora denominada Oftel como organismo teóricamente independiente del Gobierno.

El Gobierno impuso un programa de liberalización progresivo, fijando prioridades, que se extendió desde 1981, en que comenzó la liberalización de los terminales telefónicos, hasta 1990, en que se abrió a Mercury la posibilidad de explotar junto con BT los servicios de telecomunicaciones básicas.

**La desregulación en Japón.** La ley sobre telecomunicaciones de 25 de diciembre de 1984 es el referente básico que establece la desregulación de las telecomunicaciones japonesas y representa la culminación de una política liberalizadora, cuyos antecedentes se encuentran al inicio de los años setenta.

Ya en 1969 el Ministerio de Comercio (MITI) elaboró un informe en el que se concluía que los medios tecnológicos vinculados a la informática, la electrónica y las telecomunicaciones eran un área básica para el crecimiento de la economía.

En 1977 y 1978 la empresa Nipon Telegraphic and Telephone (NTT) había alcanzado los objetivos establecidos por el Gobierno de penetración del servicio telefónico nacional. NTT se planteaba cuál era el área de expansión de sus negocios, identificando los servicios de valor añadido como área de expansión al mismo tiempo que se consideraba la necesidad de introducir competencia en este sector de actividad.

En 1982 el Comité para la Reforma Administrativa recomendaba la privatización de NTT.

El día 1 de julio de 1984 el Ministerio de Correos y Telecomunicaciones envió al Parlamento tres proyectos de ley:

- El NTT Corporation Law
- La Telecommunication Business Law
- Disposiciones Administrativas necesarias para cumplimentar los dos proyectos anteriores

Los tres proyectos fueron aprobados el 25 de diciembre de 1984. Estas tres leyes, cuya entrada en vigor se produjo el 1 de abril de 1985, crearon la base jurídica que permitía la progresiva apertura del mercado, comenzando por los mercados de los terminales y el de los servicios de valor añadido, fijándose además los términos en los que se produciría la privatización de NTT.

Durante el primer año de privatización de los servicios de telecomunicaciones más de 200 compañías anunciaron sus planes para la oferta de servicios. NTT era la compañía japonesa más importante al final del año 1984; sus inmovilizados tenían un valor superior a los 60.000 millones de dólares y su facturación sobrepasaba los 28.000 millones de dólares.

Los principales suministradores de NTT eran exclusivamente empresas japonesas: Fujitsu, NEC, Hitachi, Hoki Electronic, etc.

Poco a poco las ventas de otros proveedores en Japón aumentaron, pero a un ritmo muy inferior al esperado.

## **La desregulación de las telecomunicaciones en Europa**

El sector de las telecomunicaciones y la fórmula en que se configuraba antes de la apertura la explotación de las redes (el monopolio) fue uno de los mejores ejemplos de definición de políticas económicas, tanto a nivel macroeconómico como a nivel microeconómico, en el terreno de las propias industrias de telecomunicaciones.

Las ingentes inversiones en equipos de telecomunicaciones e infraestructuras realizadas por las compañías telefónicas de los países europeos desde los comienzos de los años setenta fueron utilizadas por la mayor parte de los Gobiernos de los países europeos como inversiones dinamizadoras del desarrollo industrial de sus respectivos países.

Quizás la máxima expresión de esta política esté en Francia, en el primer gobierno de Mitterrand, cuando la necesidad directa de inversión del Estado en las telecomunicaciones propició un enorme desarrollo de la industria de las telecomunicaciones francesa.

El Sector Público, de manera directa o a través de la empresa prestataria del servicio, ejerció en Europa una política de protección de la industria nacional, creando de esa forma un mercado interior que permitió el desarrollo y la expansión de la industria nacional.

Las Empresas de Telecomunicación cumplieron una función de impulsoras del desarrollo del tejido industrial a través del peso de sus inversiones en los productos y sistemas que demandaban para la construcción de sus redes.

El fenómeno desregulatorio nacido en Estados Unidos en el año 1982 y adoptado posteriormente en el Reino Unido y en Japón, se extendió posteriormente a Europa, rompió el modelo de desarrollo que había contribuido durante un largo período de desarrollo de las industrias de telecomunicaciones en Europa.

Cada gobierno europeo tomó sus propias decisiones para la privatización y desregulación del mercado de las telecomunicaciones, dados los diferentes modelos (Administraciones Públicas, Empresa Pública, Empresa Privada, etc.) bajo los cuales se había venido realizando la prestación de los servicios.

En España el Estado poseía en 1987 el 47% del capital de Telefónica. Existía un contrato entre el Gobierno y Telefónica que concedía a la Compañía la explotación de los servicios bajo ciertas condiciones.

Telefónica era una compañía privada con capital del Estado que explotaba la novena red de telecomunicaciones del mundo.

Como hemos descrito en el capítulo 6, la Ley de 18 de diciembre de 1987 (Ley 31/1987), de **Ordenación de las Telecomunicaciones**, promulgaba un propósito liberalizador inicial de las telecomunicaciones. Las sucesivas actualizaciones de la Ley 31/1987 siguieron las recomendaciones de la Comunidad Económica Europea (Libro Verde de las Telecomunicaciones y Directivas posteriores). Se establecía por primera vez en nuestro ordenamiento jurídico en esta materia la separación entre la Administración de las Telecomunicaciones (Estado) y la explotación de los servicios (Compañía Telefónica). A su vez, la Ley diferenciaba y daba un tratamiento diferenciador a los servicios finales y a los servicios de valor añadido, siguiendo las tendencias de otros países europeos.

La industria de equipos de telecomunicaciones europea había sido desde el final de la II Guerra Mundial una industria con crecimiento de producción sostenido como consecuencia de las inversiones crecientes de las empresas de telecomunicaciones de los diferentes países y con una tendencia permanente de creación de empleo y de desarrollo y de innovación y desarrollo.

El mercado europeo de equipos y sistemas de telecomunicaciones representaba al final de los años ochenta el 25% del mercado mundial. Se trataba de un mercado fuertemente protegido donde más del 80% del mercado se producía dentro de sus fronteras. Esta misma proporción se daba en el interior de cada país. No existía un mercado de equipos y sistemas europeo sino mercados nacionales completamente aislados entre sí.

La desregulación del sector trajo como consecuencia inmediata en el sector industrial el cambio del modelo de relaciones entre los suministradores de los equipos y sistemas de telecomunicaciones y las compañías telefónicas.

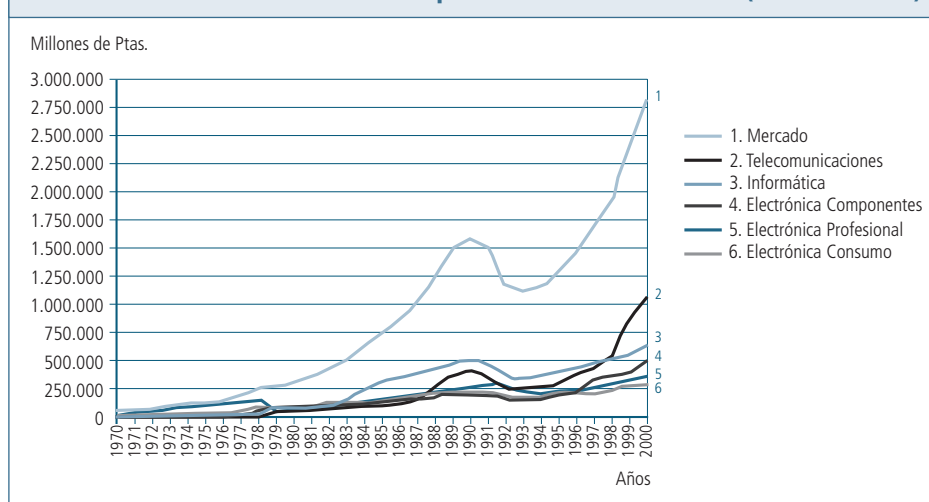
Telefónica en España cambió su política de compras, tal como ya se ha puesto de manifiesto en los epígrafes anteriores.

## **LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ESPAÑA AL FINAL DEL SIGLO XX**

En los cuadros siguientes (17.14 y 17.15) se muestran, de forma gráfica y numérica, la evolución del mercado español de tecnologías de la información desde el año 1970 al año 2000.

El mercado de las telecomunicaciones en España mantuvo desde el año 1970 hasta el año 2000 un crecimiento constante, excluyendo la caída de la demanda del año 1992. A partir de los años setenta la economía española entró en una fase expansiva, a pesar de los problemas indicados al principio del capítulo, que

Cuadro 17.14. **Evolución del mercado español de telecomunicaciones (años 1970-2000)**



Fuente: Jesús Banegas. *La Nueva Economía Española*.

se prolongó hasta el año 1992. Fueron años que se tradujeron en un crecimiento importante de la demanda. La crisis de 1992 provocó también en la industria de las telecomunicaciones española una desaceleración, para, a partir de ese mismo año, comenzar una nueva fase expansiva que se prolongó hasta el año 2000. En veinte años el mercado de las telecomunicaciones en España pasó de 47.608 millones de pesetas a 1.061.710 millones de pesetas, multiplicándose por más de 22 veces la dimensión del mercado en dicho período.

Desde 1970 hasta 1995 más del 80% de la demanda total del mercado de telecomunicaciones en España provenía de Telefónica. Con la llegada de los nuevos operadores, tanto de telefonía fija como de los operadores de cable y de telefonía móvil, a finales del siglo xx el mercado experimentó un crecimiento espectacular, pasando la demanda de productos y servicios de telecomunicaciones tan sólo en dos años, desde 1998 hasta el año 2000, de 0,5 billones de pesetas a más de 1 billón de pesetas. Esto provocó una expansión desmesurada del mercado y creó un falso espejismo en la industria que en los años sucesivos el sector pagaría muy caro.

El sector industrial de las telecomunicaciones se expandió proporcionalmente a como se expandió su mercado. Una parte importante de la demanda del mercado de telecomunicaciones fue cubierta durante todo el período 1970-2000 con producción interna. Si se excluyen los dos últimos años del siglo (1999 y 2000) donde la fuerte expansión de la demanda, que se ha comentado anteriormente, impidió dar una respuesta con fabricación nacional, durante el resto de los 28 años siempre la producción nacional sobrepasó a las importaciones. A su vez, las exportaciones de las industrias nacionales crecieron durante todos los años



Cuadro 17.15. **El mercado de Tecnologías de la Información (años 1970 a 2000)**

Millones de Pts.

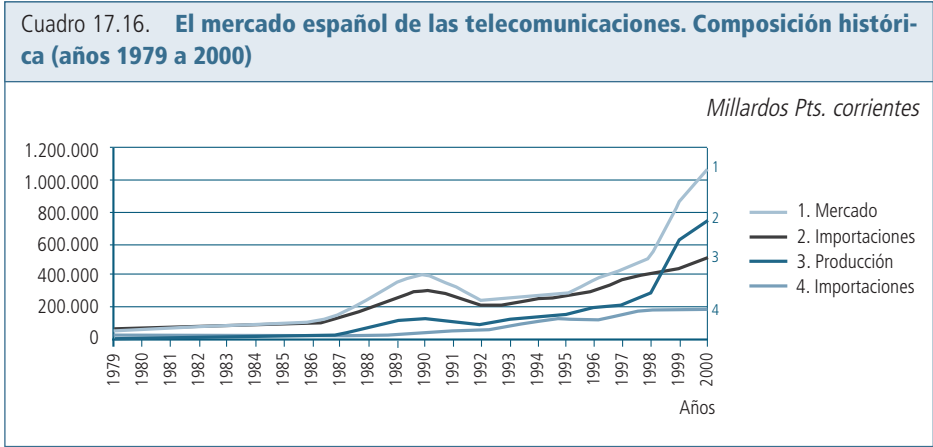
Año	Electrónica componentes	Electrónica consumo	Electrónica profesional	Informática (1)	Telecom. (1)	Mercado
1970	7.772	11.363	25.235	0	0	44.370
1971	7.353	11.724	31.381	0	0	50.458
1972	9.828	13.077	44.307	0	0	67.212
1973	12.156	15.957	56.224	0	0	84.337
1974	14.993	17.341	66.742	0	0	99.076
1975	16.856	17.617	69.682	0	0	104.155
1976	21.889	27.983	79.107	0	0	128.979
1977	33.980	44.997	90.557	0	0	169.534
1978	50.918	76.283	123.081	0	0	250.282
1979	51.168	74.210	25.862	63.195	48.625	263.060
1980	52.916	88.055	37.805	72.520	47.608	298.904
1981	60.709	95.489	44.733	85.966	62.456	349.353
1982	72.038	118.116	57.356	107.529	70.540	425.579
1983	85.984	135.791	64.814	135.977	76.299	498.865
1984	95.836	122.729	87.697	242.168	81.425	629.855
1985	105.878	117.420	123.902	306.226	100.228	753.654
1986	116.996	148.115	137.015	336.848	110.834	849.608
1987	150.483	180.412	165.211	367.116	162.173	1.015.395
1988	177.820	203.085	190.265	417.416	250.148	1.238.734
1989	278.630	203.042	239.171	468.000	367.000	1.483.843
1990	198.980	210.330	258.153	509.831	409.940	1.587.234
1991	191.140	219.289	293.554	458.838	341.479	1.504.300
1992	168.405	191.517	253.816	346.656	269.065	1.151.936
1993	156.50	159.000	210.420	327.326	258.097	1.111.193
1994	164.670	169.727	201.818	346.656	269.065	1.151.936
1995	195.147	215.510	210.634	378.202	286.325	1.285.818
1996	215.911	214.557	224.929	420.409	379.118	1.454.922
1997	329.784	211.697	246.270	453.207	423.765	1.664.723
1998	369.161	238.740	272.268	508.207	515.632	1.904.008
1999	394.205	276.907	303.427	532.495	862.409	2.369.443
2000	480.004	292.952	349.904	626.361	1.061.710	2.810.931

Fuente: Jesús Banegas. *La Nueva Economía Española*.

(1) El mercado de Informática y Telecomunicaciones desde el año 1970 hasta el año 1978 está integrado en el de Electrónica Profesional.

de las últimas tres décadas del siglo pasado, siendo el valor de las mismas durante todo este período muy similar a las importaciones. El ligero desequilibrio de la balanza comercial se mantuvo prácticamente constante y España tuvo una industria de telecomunicaciones fuerte, que producía prácticamente lo que consumía.

En los cuadros siguientes (17.16 y 17.17) puede verse la composición histórica a lo largo de la última parte del siglo xx de la producción, importación y exportación del sector de las telecomunicaciones en España, que ponen de manifiesto la evolución de la industria de las telecomunicaciones en nuestro país.



Fuente: Jesús Banegas. *La Nueva Economía Española*.

## LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL MUNDO DESPUÉS DEL AÑO 2000

La industria de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) después del año 2000 está sufriendo una lenta pero constante recuperación.

En el cuadro 17.18 se muestra la evolución desde el año 2000 hasta el año 2005 del mercado de los diferentes sectores que integran la industria de las TIC a nivel mundial.

En una situación de reactivación generalizada de todos los sectores que integran las TIC, un análisis más detallado de los diferentes sectores de actividad evidencia que el crecimiento que está experimentando el mercado se da en todos los segmentos de actividad menos en el sector industrial de las telecomunicaciones. Algunos sectores gozan de una buena salud renovada como lo son el sector de la informática o el de la electrónica de consumo, mientras que el sector de las telecomunicaciones ha decrecido a lo largo de este período (2000-2005) y en

**Cuadro 17.17. Producción, importación y exportación del sector español de las telecomunicaciones (años 1979 a 2000)**

Millones de Pts.				
Año	Mercado	Exportación	Importación	Producción
1979	48.625	13.242	4.764	57.103
1980	47.608	13.795	5.562	55.841
1981	62.456	10.862	9.519	63.799
1982	70.540	11.935	11.947	70.528
1983	76.299	12.861	13.887	75.273
1984	81.425	13.905	15.288	80.042
1985	100.228	14.097	22.152	92.173
1986	110.634	15.584	22.031	104.187
1987	152.173	13.559	34.289	131.444
1988	250.148	14.584	72.057	192.675
1989	367.000	21.000	115.000	273.000
1990	409.940	34.970	135.050	309.860
1991	341.479	46.961	113.181	275.259
1992	239.042	55.879	94.300	200.621
1993	258.097	76.890	125.725	209.262
1994	269.065	115.259	131.498	252.826
1995	286.325	133.445	149.567	270.203
1996	379.116	124.397	195.402	308.111
1997	423.765	164.487	206.783	381.469
1998	515.632	188.071	293.567	410.136
1999	862.409	192.760	617.539	437.631
2000	1.061.710	191.932	745.916	507.726

Fuente: Jesús Banegas. *La Nueva Economía Española*.

los últimos años (2003, 2004 y 2005) la demanda mundial se ha mantenido prácticamente constante.

La industria de las telecomunicaciones sigue inmersa en el mayor estancamiento de la demanda de su historia, mientras que la industria de servicios continúa disfrutando de un progresivo incremento del negocio en todo el mundo. El negocio de los servicios de telecomunicaciones a nivel mundial creció en el año 2004 por encima del 6%, sin que se haya detectado ningún cambio de tendencia a lo largo del año 2005. Los operadores siguen mostrando muchas cautelas a la hora de invertir y siguen presionando sobre los precios de los suministros

Cuadro 17.18. **Mercado de tecnologías de la información y comunicaciones (años 2000-2005)**

*Miles de millones de Euros*

Sector de actividad	Años					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Equipos de telecomunicaciones	306	276	256	252	251	252
Servicios de telecomunicaciones	732	811	859	916	971	1.025
Hardware informático	276	252	228	228	244	263
Software y servicios informáticos	498	511	505	528	573	623
Servicios audiovisuales	260	268	289	309	326	342
Electrónica de consumo	121	133	145	152	165	176
TOTAL	2.194	2.251	2.283	2.385	2.530	2.681

Fuente: DigiWorld 2005.

trasladando de esa forma la presión de su propio mercado hacia el coste de los factores y, de forma particular, hacia el coste de los suministros.

El sector de la informática está mostrando claros síntomas de recuperación. El mundo de los medios audiovisuales, incluyendo los propios servicios de contenidos digitales, también está experimentando un crecimiento considerable, y por último la electrónica de consumo, aunque con menor peso que el resto de los sectores, también está experimentando tasas de crecimiento positivas desde el año 2000.

El mercado de los equipos y sistemas de telecomunicaciones, como se decía anteriormente, es un mercado que se mantiene estabilizado en términos globales.

El mercado en el año 2005 fue equivalente al de 2004 y a su vez éste equivalente al del año 2003, gracias al espectacular crecimiento experimentado en sus demandas de equipos por parte de los operadores móviles, que se ha convertido en el segmento líder de la industria de las telecomunicaciones y representa en la actualidad más del 25% del mercado total.

El crecimiento del mercado de los equipos y sistemas demandados por los operadores móviles es especialmente significativo en los países emergentes (China, India, Rusia, etc.). Estos países representan claramente los mercados sustitutos de los tradicionales mercados europeos y americanos.

Los equipos terminales y los equipamientos de acceso de las redes son, junto con la telefonía móvil, el segmento de actividad en crecimiento, mientras que, por el contrario, los mercados de transmisión de larga distancia, conmutación, tanto de circuitos como de paquetes, el mercado de nodos de red, etc., representan sectores de actividad industrial en clara recesión.

En el cuadro siguiente se ilustra el reparto del mercado de las telecomunicaciones en el período 2000 a 2005 por área geográfica.

Área geográfica	2001	2002	2003	2004	2005
Europa Occidental	58	52	52	49	49
Francia	9	8	8	7	7
Alemania	12	10	10	9	9
Italia	7	7	7	7	7
Reino Unido	11	9	9	9	8
Norteamérica	87	78	75	74	72
EEUU	79	71	68	67	66
Asia/Pacífico	97	94	93	96	99
China	36	38	38	39	42
Japón	27	24	24	24	22
Resto del mundo	34	32	32	32	32
Europa Oriental	11	11	11	10	10
América Latina	13	12	12	12	12
África/Oriente Medio	10	9	9	10	10
Total	276	256	252	251	252

Fuente: DigiWorld 2005.

Con objeto de ilustrar de una forma más gráfica la crisis en la que las industrias de telecomunicación se encuentran inmersas, en el cuadro 17.20 se muestran gráficamente las ventas de equipos de telecomunicaciones de los diez fabricantes mundiales más importantes correspondientes al ejercicio económico del año 2003, y el crecimiento o decrecimiento experimentado en sus ventas, en relación con el ejercicio precedente.

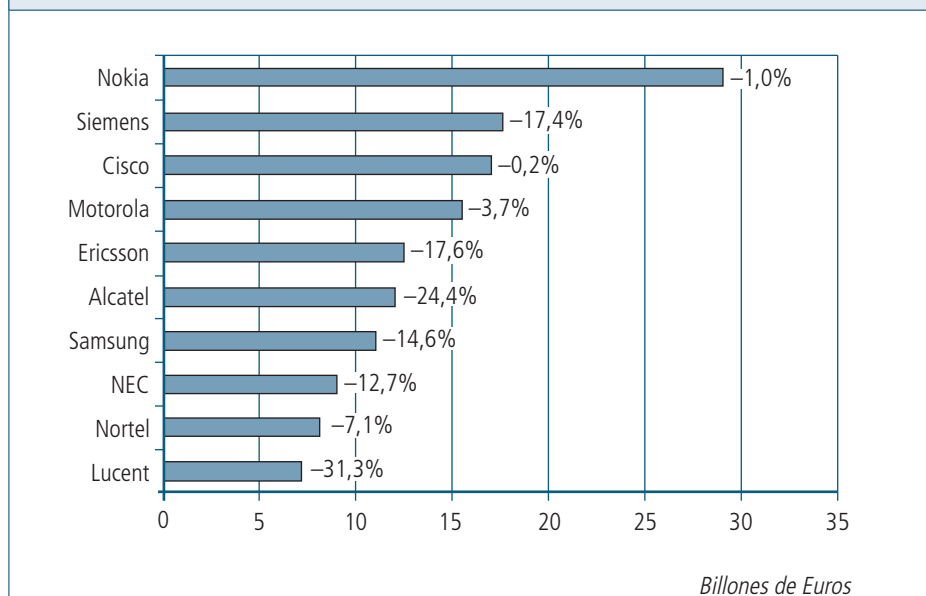
## **LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ESPAÑA DESPUÉS DEL AÑO 2000**

En el cuadro 17.21, que se muestra a continuación, se ilustra el mercado de los servicios y equipos de telecomunicaciones en España a lo largo de los años 2002, 2003 y 2004, así como su crecimiento relativo.

Según se puede observar en el cuadro anterior el mercado de los servicios de telefonía fija de voz se ha prácticamente estabilizado, marcando una clara tendencia a decrecer que se ve compensado por un crecimiento notable en los servicios de acceso a Internet.

El mercado de los tres operadores de servicios móviles que existían a finales del año 2004 en España experimentó en términos medios un crecimiento en sus ingresos superior al 14% y obtuvo un beneficio récord de 3.100 millones

**Cuadro 17.20 Volumen y variación de las ventas de los diez mayores fabricantes de equipos de telecomunicación en el año 2003 y su variación en relación al año 2002**



Fuente: DigiWorld 2005.

**Cuadro 17.21. Mercado de los servicios y equipos de telecomunicaciones en España (años 2002-2004)**

	2002	2003	2004	2003/02	2004/03
Servicios finales comunicación fija y afines	11.497	12.015	12.400	4,5%	3,2%
Servicios finales telefonía fija	8.524	8.255	8.350	-3,2%	1,2%
Acceso Internet	753	1.156	1.600	53,5%	38,4%
Alquiler/venta de terminales	757	783	750	3,4%	-4,3%
Servicios finales comunicaciones móviles	8.495	10.203	11.700	20,1%	14,7%
Servicios finales telefonía móvil automática	7.453	8.811	10.250	18,2%	9,3%
Alquiler/venta de terminales	1.006	1.189	1.300	18,2%	9,3%
Equipamiento de redes de comunicaciones	1.641	1.441	1.405	-12,2%	-2,5%
<b>TOTAL TELECOMUNICACIONES</b>	<b>21.633</b>	<b>23.659</b>	<b>25.505</b>	<b>9,4%</b>	<b>7,8%</b>

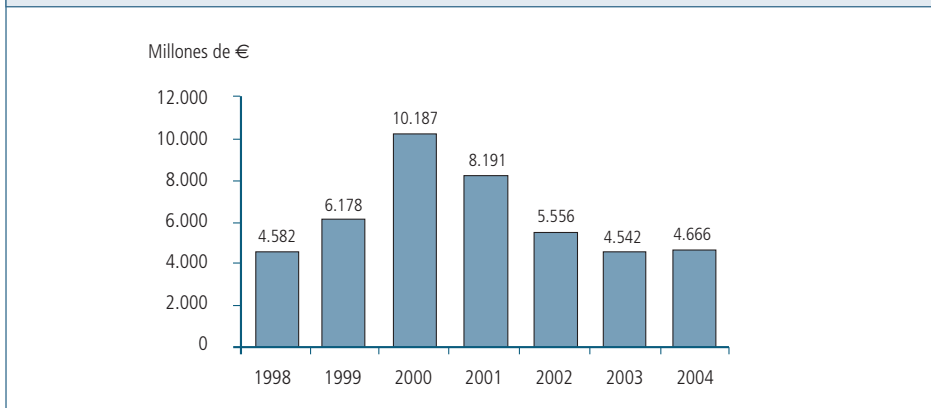
Fuente: EITO 2005. Informes CMT 2002, 2004 y 2005.

*El mercado de los proveedores de equipamiento de telecomunicaciones, y muy especialmente el de los proveedores de equipos de red, han experimentado un deterioro progresivo. La reestructuración de costes, la reordenación de los negocios, las reducciones de plantilla han sido el denominador común de todas las empresas industriales del sector en el período 2000-2005*

de euros, un 18% más que en el ejercicio precedente. Tanto la filial española de Vodafone como Telefónica Móviles tuvieron unos resultados operativos en el año 2004 que superaron el 40% de la cifra de ventas y que los situaron entre los operadores móviles más rentables de Europa.

Las inversiones realizadas por los operadores de telecomunicaciones en los últimos años en España se ilustran en el cuadro 17.22.

**Cuadro 17.22. Evolución de las inversiones en el sector de las telecomunicaciones en España. Período 1998 a 2004**



Fuente: CMT. Informe Anual año 2004.

Como se observa en el mercado de los equipos y sistemas de telecomunicaciones, así como los servicios asociados a los suministros de dichos equipos, han experimentado después del año 2000 una caída progresiva, como consecuencia de la caída experimentada en las inversiones de los operadores.

Los equipamientos de redes de telecomunicación en particular han sufrido un importante retroceso en el año 2003; cayeron más de un 12% en relación con el mismo período del año anterior. Esta tendencia aunque en menor proporción continuó en el año 2004 en relación con el año anterior.

El mercado de los proveedores de equipamiento de telecomunicaciones, y muy especialmente el de los proveedores de equipos de red, han experimentado un deterioro progresivo. La reestructuración de costes, la reordenación de los

negocios, las reducciones de plantilla han sido el denominador común de todas las empresas industriales del sector en el período 2000-2005.

Si comparamos las inversiones que los operadores de telecomunicaciones realizaron en España en el año 2000 con las realizadas en los años 2002, 2003 y 2004, podemos observar que éstas se han dividido en promedio por un factor superior a dos.

Como consecuencia de lo anterior, el mercado de productos y sistemas de telecomunicaciones en España ha sufrido una profunda recesión. Las empresas fabricantes de equipos y sistemas de telecomunicación han asistido a un profundo proceso de ajuste.

Al cierre del ejercicio 2004, la cifra de empleo directo de la industria de telecomunicaciones, según cifras facilitadas por Aetic (Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la información y Telecomunicaciones en España), era de 12.697 trabajadores. El empleo directo se redujo desde 22.440 trabajadores del año 2000 hasta los 12.697 trabajadores de finales del año 2004.

El proceso de ajuste ha traído consigo no sólo la disminución del número de trabajadores empleados en la industria de las telecomunicaciones, sino la práctica desaparición de las plantas productivas. La actividad industrial ha desaparecido de hecho en nuestro país y con ello una buena parte de las actividades de I+D+i.

Según datos de Aetic, en el año 2004 el 78% del mercado de equipos y sistemas de telecomunicaciones fueron importados, cubriéndose con productos fabricados en el territorio español sólo el 22% de la demanda total del mercado. El desequilibrio de la balanza de pagos de este sector de actividad es cada vez más alarmante.



# ALGUNOS DINAMIZADORES DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DE LAS TELECOMUNICACIONES

*José Luis Adanero*

## CAMPEONATO MUNDIAL DE FÚTBOL DE 1982

El 13 de junio de 1982 se celebró en Barcelona el partido inaugural del Campeonato Mundial de Fútbol de 1982, que presentaba la novedad de la elevada participación en la fase final (24 selecciones nacionales) para celebrar 52 encuentros, lo que obligó a acondicionar, de acuerdo con los requisitos de la FIFA y de la URE, 17 estadios. Y desde todos ellos, como es normal en este tipo de eventos, la necesidad de transmitir la señal de televisión al resto de países. Significaba, evidentemente, una oportunidad para la industria electrónica española y, en particular, de telecomunicaciones.

La decisión de que España fuese sede de estos Campeonatos se tomó ocho años antes, en Alemania, durante los Mundiales del 74 y, desde entonces, se crearon en España grandes expectativas sobre las inversiones que tendrían que realizar los tres proveedores de servicios de comunicaciones: la Dirección General de Correos y Telecomunicaciones, Telefónica y Radio Televisión Española. La industria era consciente de que no todo se podría realizar con producción nacional, pero entendía que conociendo con antelación esas necesidades y las correspondientes especificaciones técnicas se podía aspirar a muchos suministros. Por eso, la pasividad de RTVE, que dos años antes todavía no había dicho nada, indignó al sector que, como comentábamos en el capítulo 5, a través de Aniel, presionó a la Administración.

Pero esta presión era constructiva ya que en el seno de la Asociación, el 10 de diciembre de 1979 varias empresas firmaron un acuerdo para la constitución de un consorcio o agrupación empresarial susceptible de dar respuesta a una parte importante de las necesidades de RTVE, constituida por (en orden alfabético): Abengoa (instalaciones de energía), Amper (mesas de mezcla de sonido, posición de comentaristas), Equipos Electrónicos (emisores), Experiencias Industriales (enlaces móviles), Initec (ingeniería y dirección de obra), Piher Electróni-

ca (reemisores y unidades móviles), Radiación y Microondas, junto con Standard Eléctrica (radioenlaces). Sus objetivos eran: optimizar los recursos industriales, racionalizar inversiones y potenciar la tecnología nacional, apaciguando la natural preocupación de RTVE por la garantía de suministro. La garantía venía dada por el potencial económico de las empresas involucradas que sumaban un capital social superior a los 52.000 millones de pesetas.

Con los otros operadores el problema era algo diferente ya que su alternativa principal consistía en adelantar inversiones en determinadas zonas, en detrimento de otras, alquilar equipos siempre que fuese posible, o grandes inversiones como la estación de Buitrago fuera de las oportunidades de la industria española. De forma esquemática, para valorar su importancia, indicamos a continuación las inversiones realizadas por cada prestador de servicios.

## Radio Televisión Española

En abril de 1980, tras una reunión del Comité Organizador del Mundial y del Grupo Técnico de Seguimiento, se dieron a conocer de forma definitiva las dotaciones detalladas de los diferentes estadios y los presupuestos asignados, correspondiendo 239,57 millones de pesetas al módulo de Prensa Técnica (pupitres para periodistas, televisores y teléfonos), 93,5 a Energía (grupos electrógenos) y 608,76 a Comunicaciones (teletipos, cabinas télex, centralita y cabinas telefónicas, red de distribución de señales y salas de reprografía). El resto, hasta los 1.524 millones asignados, correspondía a megafonía (4,7) e iluminación (578,36).

La preocupación por el retraso no era sólo nacional. El presidente de la *Unión Europea de Radiodifusión* (UER) manifestaba su preocupación en una reunión en Ginebra, en enero de 1980, aunque para quitar dramatismo decía *es terrible, pero todavía confiamos en Televisión Española*. Al mismo tiempo justificaba la ampliación de tres días de la fase final, para ahorrar personal y equipos.

El 8 de mayo, el Comité Organizador comunicó que la FIFA había aceptado ampliar el número de días del Campeonato, atendiendo a una petición de TVE, lo que significaría un ahorro de 3.000 millones de pesetas a la empresa.

Juan Alberich, coordinador jefe de RTVE para el Mundial, tuvo que acudir, el 17 de febrero de 1981, al Parlamento para explicar los retrasos existentes, quien dijo «Estaríamos más tranquilos si se hubieran empezado a hacer las cosas hace dos años, pero estamos convencidos de que todavía hay tiempo...». También señaló que «se van a invertir 13.800 millones de pesetas en materia de televisión, además de los 1.500 millones que ha costado el solar del Centro de comunicaciones que se ha empezado a construir junto a la M-30 de Madrid, y de otros 810 millones que irán destinados a instalaciones de transmisión en los campos de fútbol que serán sufragados por el Comité Organizador».

Cuando comenzaron los concursos y las adjudicaciones la situación también fue algo anómala, pues a veces se acogía a la Ley de contratos del Estado y

otras no. Como ejemplo puede citarse que, el 28 de enero de 1981, para el equipamiento del Centro de Madrid se habían presentado tres ofertas: Piher Electrónica, por 2.209 millones; Sintel por 2.215, y Standard Eléctrica-Page, por 3.500 (incluyendo en este precio los aranceles de importación). (También seguía sin adjudicar todo lo referente a periodismo electrónico y el equipamiento del centro de comunicaciones de San Cugat del Vallés, en Barcelona.) Se daba casi por seguro, como así fue, que la adjudicataria sería Piher Electrónica (perteneciente al INI en un 75%) porque incluía equipos Robert Bosch de Alemania por valor de 1.200 millones, pero con un compromiso de esta empresa de adquirir material español por 600 millones. Pero al fallo del concurso siguieron diversas negociaciones de la Mesa con las tres empresas, porque el *objetivo era comprar lo más barato posible*. A finales de abril se adjudicó a Piher en la cifra de 2.100 millones con el compromiso firme de Bosch de cumplir los plazos estipulados

De esta forma, contra reloj, e incluso renegociando los precios la Mesa de contratación, una vez abiertas las plizas se fueron materializando las inversiones de RTVE que se resumen en el cuadro 18.1.

Cuadro 18.1. <b>Inversiones de RTVE en el Mundial de Fútbol de 1982</b>			
Equipos	Proveedor	Millones Pts.	% Nacional
Radioenlaces	Standard Eléctrica	452	—
	Sintel	276	—
	Telettra	1.700	100
Transmisores	Equipos Electrónicos	1.591	37,9 (*)
	Siemens	133	50
	Toshiba	424	—
Reemisores	Piher Electrónica	1.258	100
	Mier Allende	120	100
Unidades Móviles	Piher Electrónica	1.348	100
Magnetoscopios	Piher Electrónica	347	12,1
Centros Control	Piher Electrónica	2.140	10,2 (*)
Totales		9.789	54,7

(\*) No se incluyen las contrapartidas.

Como puede observarse en el cuadro anterior, no están incluidas las inversiones en obra civil que supusieron 760 millones para Entrecanales y Tavora y 280 para Dragados.

En lo que se refiere a las inversiones de las diferentes emisoras de radio su cuantificación es difícil por tratarse de diferentes empresas y organismos. Su volumen global se situó alrededor de 750 millones de pesetas, distribuidos entre las tres cadenas más importantes, es decir, Radio Nacional, Radiocadena y la SER. Estas inversiones se centraron en la compra de unidades móviles dotadas de radioteléfonos VHF y emisores de UHF, micrófonos inalámbricos, monitores de antena y codificadores de señal.

## Compañía Telefónica Nacional de España

Para describir las inversiones de CTNE en el Campeonato, extractamos datos de un artículo de Luis Terol, miembro representante del Real Comité Organizador, publicado en junio de 1982 en *Actualidad Electrónica*:

«Para satisfacer las obligaciones de España en cuanto a telecomunicaciones derivadas de la celebración en nuestra nación del Campeonato Mundial de Fútbol 1982 ha sido necesario:

- Equipar 17 estadios y centros de prensa
- Interconectarlos a la red interurbana e internacional de España, adecuando las Centrales de Conmutación y los medios de transmisión convenientes
- Instalar una nueva Estación Terrena de Comunicaciones por Satélite en Buitrago, denominada Buitrago V
- Interconexión con el Centro de Producción de RTVE (Torre España, M-30, Madrid)».

«El Proyecto se redactó durante 1979 y 1980 y se inició en 1981... La inversión en su integridad se aplica a adquisición e instalación de equipos y elementos de telecomunicación. En total asciende a 3.469,8 millones de pesetas de 1981, de los cuales 3.064,3 son a cargo de los Presupuestos Generales del Estado y 405,4 con cargo del Real Comité Organizador». (El desglose de la inversión por tipo de planta se indica en el cuadro 18.2.)

«Se han importado exclusivamente aquellos equipos que no se fabrican en España... El coste de estas inversiones ha supuesto solamente unos 650 millones de pesetas, es decir, un 19% del total invertido por Telefónica. El resto ha sido fabricado totalmente en España».

Para la Compañía Telefónica responder al reto del aumento de tráfico telefónico durante los días del Mundial no presentaba grandes dificultades. Sin embargo, la situación era diferente en el caso de las señales de televisión, vía

Cuadro 18.2. <b>Inversiones de CTNE en el Mundial de Fútbol de 1982</b>			
<i>Millones de Pesetas</i>			
Tipo de obra	1981	1982	Total
Obras en planta exterior	418,1	403,4	821,5
Obras transmisión	307,9	241,6	549,5
Obras conmutación	20,2	51,0	71,2
Adecuación de las estaciones terrenas comunicaciones satélite	545,2	502,0	1.047,2
Instalaciones para servicios internacionales	37,8	152,0	189,8
Equipamientos diversos	—	194,4	194,4
Instalaciones en estadios, Centro de Prensa y Centro de Producción	170,8	20,0	190,8
<b>TOTAL</b>	<b>1.500,0</b>	<b>1.564,4</b>	<b>3.064,4</b>

satélite, para llegar a otros continentes, siendo preciso, además, transmitir los partidos, simultáneamente, empleando dos normas diferentes (625 PAL y 525 NTC) dado el gran número de países interesados en este acontecimiento. Por ese motivo, y con suficiente antelación, decidió añadir una nueva estación terrena en el complejo de Buitrago de Lozoya, a 77 km de Madrid, *Buitrago V*, dotada de una antena parabólica de 32 metros de diámetro, mayor que las existentes hasta entonces. Con esta instalación, la inversión total de la CTNE en Buitrago, acumulada, superaba los 3.000 millones de pesetas, correspondiendo a esta última ampliación 20,0 millones a la planta de energía (para garantizar de forma ininterrumpida la alimentación de la estación), 799,8 millones a la antena y 227,3 al conjunto de monitores necesarios para su operación.

## **Dirección General de Correos y Telecomunicación**

La inversión realizada por la Dirección General de Correos y Telecomunicación se situó en el orden de los 5.000 millones de pesetas destinados al equipamiento de los centros nodales de la red con centrales electrónicas, el establecimiento de radioenlaces con Galicia y Andalucía y la compra de 700 terminales télex.

En los estadios, como ninguno estaba equipado con los centros de prensa necesarios, la inversión total ascendió a 7.067 millones, de los cuales 2.150 fueron sufragados por el RCOE (*Real Comité Organizador Español*) y 4.917 por los propietarios de los estadios. En ellos, además del equipo telefónico, se instalaron teletipos, télex, equipos de facsímil, televisores color para los puestos de comentarista y vídeos.

El sistema de proceso de datos, además de la red videotex con 400 terminales distribuidos por diferentes sedes, estuvo formado por dos ordenadores centrales, uno principal y otro subsidiario, 59 terminales de consulta, 57 impresoras de caracteres y 40 terminales interactivos. Secoinsa fabricó terminales e impresoras, y esta empresa, Entel y Eria desarrollaron el *software* de la red.

A Miguel Ángel Eced, director general de Correos y Telecomunicación, representante del Grupo de Comunicaciones en el Real Comité Organizador del Mundial, se le preguntó al inicio del Campeonato sobre la respuesta de la industria nacional para cubrir las necesidades de comunicaciones, a lo que contestó: «Lo que han sido inversiones del RCOE prácticamente el 100% ha correspondido a la industria nacional, desde el suministro de los equipos télex hasta la instalación de los tendidos en el interior de los estadios».

«Con respecto a las inversiones de otros organismos, inversiones hechas con cargo a sus propios presupuestos, también un alto porcentaje ha recaído sobre la industria nacional».

«En concreto, las inversiones realizadas por esta Dirección General han ido todas a parar a la industria nacional. En Telefónica ha sucedido exactamente lo mismo, excepto en la parte correspondiente a la ampliación de Buitrago y en el convertidor de norma entre 625 líneas y NTSC, mientras que en la de Televisión Española, la participación de los fabricantes españoles en el equipamiento de emisores y reemisores ha llegado al 60%, situándose a un nivel menor si nos referimos a los centros de producción».

«Toda la industria nacional ha respondido con prontitud y con equipos de calidad. Hemos tenido algún problema con proveedores oficiales en lo que se refiere a la dotación de los aparatos de televisión para los centros de prensa y comentaristas. Por acuerdo con la West Nally el suministrador debería haber sido JVC, pero existiendo una industria nacional de los mismos se negoció con Aniel y a través de ellos tuvimos la oferta de Telefunken, con equipos en régimen de alquiler con opción a compra».

## Resumen

En el cuadro 18.3 se reflejan las inversiones totales, expresadas en millones de pesetas, que además de cumplir satisfactoriamente su objetivo sirvieron para que los tres prestadores de servicios modernizaran sus infraestructuras, especialmente TVE y que la industria electrónica profesional española demostrase su capacidad de respuesta para desarrollar y producir equipos y sistemas de características y prestaciones comparables a las de los países tradicionalmente más avanzados. Además, algunas empresas, especialmente las incluidas en la División de Electrónica del INI, que consiguieron el 85% de los pedidos realizados a la industria nacional, se potenciaron en algunas áreas, permitiendo, como ocurrió con Piher Electrónica, que en años siguientes accediese de forma exitosa al mercado internacional.

Cuadro 18.3. <b>Inversiones totales</b>	
	<i>Millones de Pesetas</i>
Radio Televisión Española	10.409,0
Conjunto de cadenas de radiodifusión	750,0
Compañía Telefónica Nacional de España	3.469,8
Dotación de los estadios	1.700,0
Dirección General de Correos y Telecomunicación	5.000,0
Pantallas gigantes en los estadios	3.000,0
Otros	600,0
<b>Total</b>	<b>25.428,8</b>

## **PLAN ELECTRÓNICO E INFORMÁTICO NACIONAL (PEIN I Y PEIN II)**

A primeros de 1984 se aprobó el Plan que se venía elaborando desde años atrás. Tomando como punto de partida la situación en 1982 se elaboró el Plan que constituyó la herramienta de política industrial para el período 1983-86. El hecho de que algunos de los objetivos del período (volumen de exportaciones) se alcanzasen el primer año aconsejó una actualización del mismo, dando lugar a una nueva versión conocida como PEIN II. Analizaremos brevemente los planteamientos de ambos Planes y su efecto sobre el sector electrónico español.

### **PEIN I**

El diagnóstico sobre la situación de partida del sector electrónico e informático se basaba en tres rasgos muy característicos: «El consumo de productos electrónicos e informáticos es escaso en términos de comparación internacional, la parte de dicho consumo cubierta por los productos fabricados en España es todavía más baja y, finalmente, la proporción de productos españoles con tecnología propia es casi ridícula».

Después de analizar las causas de tal situación y la negativa repercusión sobre el resto de la economía, en el PEIN se establecían los siguientes cuatro objetivos básicos:

- a) Incrementar considerablemente la demanda y el consumo de productos electrónicos e informáticos y con mayor intensidad la de aquellos que tienen más notable efecto inducido en la modernización del resto de la economía.
- b) Conseguir aumentos comparativamente mucho mayores en el valor de la producción interior para ir aumentando constantemente el grado de cobertura de nuestro mercado por nuestra propia producción.

c) Alcanzar aumentos casi dramáticos de nuestros flujos de exportación, aunque ello evidentemente comporta no poder restringir de forma notable el nivel de nuestras importaciones.

d) Disminuir progresivamente los niveles de dependencia tecnológica de nuestras empresas respecto a firmas externas aumentando la generación de tecnología en el país.

El Plan fue un programa desagregado sectorialmente, con un conjunto de acciones generales (véase cuadro 18.4) y una serie de acciones específicas. De éstas, relacionamos en el cuadro 18.5 las relativas a telecomunicaciones.

#### Cuadro 18.4. **Áreas contempladas en las acciones generales**

- Crédito oficial
- Crédito oficial para activos importados o inmateriales
- Interés preferente
- Desgravación de las empresas de capital-riesgo
- Incentivos para instalación en el extranjero
- Participación en consorcios internacionales
- Normativa de compras públicas
- Promoción de las exportaciones
- Deducción fiscal por actividades de I+D
- Modificación de la normativa del CDTI
- Modificación de los Programas Especiales de I+D
- Acuerdos con Centros de I+D
- Normalización y Homologación
- Participación del IMPI

#### Cuadro 18.5. **Acciones específicas para Telecomunicaciones**

1. Se adoptarán medidas para que los dos grandes organismos consumidores del sector (CTNE y RTVE) elaboren planes cuatrienales concertados con los sectores industriales, que permitan una adecuada previsión de las necesidades y las tecnologías, así como el conocimiento con la antelación suficiente de la introducción de nuevos servicios.
2. Se promoverá la colaboración de CTNE y RTVE para que conjuntamente inicien a partir de 1984 los estudios conducentes a la puesta en servicio al final de la década de un satélite español para comunicaciones, y se integrarán en tal Comité de estudio los representantes de la industria nacional.
3. Se establecerá un ritmo elevado de introducción de nuevas tecnologías tanto en conmutación electrónica como en transmisión por fibra óptica en el



marco de los acuerdos con las empresas instaladas en España para conseguir exportaciones importantes en tecnología avanzada.

Para ello se facilitará que los equipos de conmutación en servicio puedan amortizarse en períodos similares a los de los organismos y empresas de explotación extranjeras.

4. Se acelerará la definitiva operatividad de la red de transmisión de datos Iberpac-X25 con el objetivo de facilitar el incremento de la utilización de los servicios telemáticos y como estímulo a la demanda de equipos para tal servicio.
5. Se elaborará, a través del Consejo Superior de Informática, un programa para la introducción en los órganos de la Administración de los nuevos servicios de telecomunicación, y de forma especial el teletex, el videotex profesional y el telefacsimil.

El MINER participará en la realización de Planes piloto en estas áreas corriendo con una parte de los correspondientes costes.

6. Se establecerán nuevos criterios para la aprobación de nuevas implantaciones industriales o reestructuración de las existentes (seguidamente se enumeraban los aspectos que se tendrían en cuenta para elaborar dichos criterios).
7. Se tomarán, con capital público o privado, las medidas necesarias para asegurar la continuidad de la producción y la investigación en el seno de la única industria genuinamente española por capital y por tecnología existente en el sector de equipos para telefonía.
8. Se pondrá en práctica un programa para conseguir la verdadera reconversión industrial de la empresa más importante del sector (en el texto se especifican los criterios que se aplicarán).
9. Se establecerá una línea especial de crédito en el Banco de Crédito Industrial, dotada con cargo a fondos del Instituto de Crédito Oficial en las cantidades siguientes: 1.000 Mpta (1984), 1.500 Mpta (1985) y 2.000 Mpta (1996). El acceso a esta línea de crédito estará reservado a empresas u organismos que efectúen inversiones en sistemas y equipos de telecomunicaciones de origen nacional.
10. A través del Banco Exterior de España o mediante acuerdos con otras instituciones financieras se pondrá a disposición de las empresas fabricantes de equipos y sistemas de telecomunicaciones, radiodifusión y televisión fondos para financiar el establecimiento de organizaciones comerciales en el exterior y el mantenimiento de su actividad, así como las operaciones de exportación de sistemas y equipos de origen nacional, dándose a los mismos un carácter preferente dentro de la normativa vigente.

Hemos transcrito el enunciado de las diez acciones específicas para Telecomunicaciones para demostrar el grado de concreción de las mismas. Lo habitual en este tipo de documentos son frases muy genéricas y excesivamente vagas. En esta ocasión se notaba que durante el largo período de elaboración del Plan se

habían realizado múltiples estudios por personas conocedoras de la realidad del sector.

Y para seguir con planteamientos concretos resumimos en el cuadro 18.6 los compromisos de inversión y financiación del PEIN para el período 1984-1986.

Cuadro 18.6. <b>Compromisos PEIN en Telecomunicaciones (84-86)</b>		
<i>Millones de Pesetas</i>		
Año	Inversión total	Aportación pública
1984	2.644,8	1.201,9
1985	5.318,7	1.533,1
1986	4.148,8	823,9
Total	12.112,3	3.558,9

Hay que tener en cuenta que todo esto ocurría en vísperas de la incorporación de España a la Comunidad Europea por lo que muchas empresas internacionales del sector consideraron que, llegado ese momento, podría ser fácil vender a Europa desde España, por el desequilibrio comercial que existiría al suprimir España los aranceles. Si, además, el Gobierno había establecido unas reglas de juego claras para el sector, con ayudas para implantación o trabajos de desarrollo, la oportunidad parecía excelente.

Por otra parte, para las empresas españolas la situación iba a ser más difícil en su propio mercado; llegaba el momento de innovar y si no se disponía de tecnología para ello, una solución era establecer acuerdos de colaboración con quienes podrían ser futuros competidores.

Estas y otras razones, unidas al entusiasmo de Joan Majó para que el PEIN fuese un éxito, produjeron resultados espectaculares, aunque la ley de compras públicas que se anunciaba como medida complementaria nunca vio la luz, como ya había pasado otras veces.

Entre sus frutos hay que citar el acuerdo entre Telefónica y AT&T para instalar la planta de Microelectrónica en Tres Cantos, con una inversión de 25.000 millones de pesetas; la planta de Hewlett-Packard en Barcelona para fabricar periféricos; la inversión de 13.000 millones por parte de IBM para fabricar ordenadores de gama media; la fabricación en España, por primera vez, de vídeos en las fábricas que montaron Sony y Aznarez con Sanyo, y otras muchas inversiones de menor cuantía. Ocurrió con ello, como ya hemos señalado en otra parte, que el sector, de forma global, se potenció enormemente y aumentó la oferta. El problema es que esto resultó negativo, especialmente para las pymes españolas, porque se encontraron con una competencia potenciada dentro de su propio mercado.

Como resumen podemos utilizar los comentarios de Juan Soto en una entrevista publicada en *Electrónica Hoy* en abril de 1985 cuando se le preguntó cuál

*el PEIN II fue un programa sectorial basado en la experiencia del anterior, pero que no era algo independiente sino que formaba parte del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, donde se marcaba la política de I+D española para los siguientes años*

---

había sido el factor que decidió a la dirección de HP a iniciar la fabricación de sus productos en España. Soto, entre otras cosas decía: «Cuando se publicó el PEIN vimos que el Gobierno español por fin ponía un foco en el sector electrónico y que podía ser la oportunidad de expandir los valores añadidos en España».

...

«Yo diría, sin lugar a dudas, que sin un PEIN escrito HP no habría llegado a esta decisión. Y eso que los fondos del PEIN no se aplican a esta operación de HP a diferencia de los protocolos firmados por otras compañías. Ha sido más bien el entendimiento de lo que es el mercado electrónico desde una perspectiva internacional, el entendimiento de que lo importante es fabricar con productividad y calidad para competir a nivel internacional y la inquietud que el PEIN refleja, por parte del Gobierno, de potenciar la demanda pública en áreas que todavía no han utilizado la informática particular al nivel de sus posibilidades las causas que han favorecido la decisión. También ha influido el posible trato diferenciado a aquellas compañías que hagan un esfuerzo industrial en España».

## **PEIN II**

A finales de 1987, con Luis Carlos Croissier como ministro de Industria y Julio González Sabat como director general de Electrónica e Informática se aprobó el PEIN II. Respondía al cambio global ocurrido desde la promulgación del PEIN I cuyos signos más notables podían ser los siguientes: crecimiento de las empresas del sector, incremento considerable del consumo (más del 20% anual), aumento de la producción (más del 16% anual), incremento de las cantidades dedicadas a I+D por las empresas, pasando de 1.592 millones en 1982 a más de 6.600 en 1986, y, sobre todo, el ingreso de España en la CEE. Como aspecto negativo, las importaciones suponían casi cinco veces más que las exportaciones.

Hay que tener en cuenta que el PEIN II fue un programa sectorial basado en la experiencia del anterior, pero que no era algo independiente sino que formaba parte del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, donde se marcaba la política de I+D española para los siguientes años. Con una metodología similar al primer Plan estableció cuatro líneas estratégicas, que citamos esquemáticamente:

- 1) Tecnología como base del desarrollo del sector
- 2) Presencia internacional del sector electrónico-informático

*La Administración estableció el PNT como instrumento básico para marcar el desarrollo y evolución de los servicios públicos de telecomunicación y de las infraestructuras asociadas a éstos*

---

- 3) Explotación de los grandes mercados institucionales
- 4) Complementar la infraestructura del sector electrónico-informático

y 27 acciones sectoriales para los siguientes siete subsectores que contemplaba: Componentes, Telecomunicaciones, Electrónica para la Defensa y para la Navegación Civil, Electrónica Industrial y Sistemas electrónicos para infraestructuras públicas, Electromedicina, Software y Equipos Informáticos.

Las acciones relativas a Telecomunicaciones eran las siguientes:

- 1) Planificación de los esfuerzos de RTVE en materia de innovación tecnológica con objeto de poder ofrecer la cobertura y calidad requerida por los grandes acontecimientos que se celebrarán en 1992
- 2) Promoción del desarrollo de la tecnología, el diseño y la fabricación de sistemas de ondas milimétricas de aplicaciones civiles y militares
- 3) Promoción del desarrollo de la tecnología necesaria para el diseño y fabricación de terminales

Los recursos económicos para apoyar las acciones que allí se indicaban ascendían a 15.028 millones de pesetas durante el año 1988 (de ellos 1.200 para telecomunicaciones) y 15.914 y 16.857 para 1989 y 1990, respectivamente, y se canalizarían a través de Defensa, Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, CDTI, Dirección General de Innovación Industrial y Tecnológica y Dirección General de Electrónica e Informática. Todo ello estaba íntimamente ligado con la participación en programas internacionales de cooperación e I+D como ESPRIT, BRITE, RACE o EUREKA, cuestiones que se analizan en otro capítulo.

## **EL PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**

En el capítulo 5 quedó descrito el largo proceso de elaboración y puesta en marcha del PNT (*Plan Nacional de Telecomunicaciones*) aprobado en 1992 y que respondía a un mandato del artículo 28 de la *Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones* de 1987. Como también se indicó allí, se fijaron unas inversiones de 7 billones de pesetas en los 12 años de duración del Plan, repartidas en tres períodos cuatrienales. Sin embargo, los cambios de todo tipo que tuvieron lugar a mediados de los noventa hicieron que el Plan fuese abandonado al finalizar 1996. En las próximas líneas pretendemos contestar a las preguntas ¿cómo lo recibió la industria de telecomunicaciones?, ¿tuvo algún efecto dinamizador? Comenzaremos señalando lo que pretendía el Plan.

## Objetivos

La Administración estableció el PNT como instrumento básico para marcar el desarrollo y evolución de los servicios públicos de telecomunicación y de las infraestructuras asociadas a éstos, con el objeto de que las entidades explotadoras ajustasen sus programas a las líneas marcadas, pretendiendo, además, que las magnitudes indicadas en el Plan estableciesen un horizonte estable para las telecomunicaciones —carencia tradicionalmente denunciada por las empresas— facilitando la programación de actividades, tanto de desarrollo como de fabricación.

Para ello se establecían una serie de objetivos estratégicos, unos de carácter general, que indicamos a continuación, y otros específicos recogidos en el cuadro 18.7.

El conjunto de actuaciones respondían genéricamente a los siguientes cuatro objetivos:

1. Satisfacer las necesidades de la sociedad en materia de telecomunicaciones, promoviendo la oferta de un conjunto ordenado de servicios básicos y de difusión con niveles de calidad garantizados.
2. Orientar el cambio social que comportan las tecnologías de la información evitando la acentuación de las desigualdades y la aparición de bolsas de marginación.
3. Consolidar un sector de telecomunicaciones fuerte, tanto en su vertiente de operación de servicios como en su vertiente industrial y potenciar su capacidad tecnológica.
4. Cooperar en la creación del espacio europeo de las telecomunicaciones.

Además de estos cuatro objetivos se fijaron los diez grupos de objetivos estratégicos de carácter específico señalados en el cuadro siguiente:

### Cuadro 18.7. **Objetivos específicos del PNT**

#### **Servicios básicos:**

- Alcanzar la media comunitaria de líneas y calidad de servicio
- Universalizar el servicio
- Renovación tecnológica de las infraestructuras
- Estructura tarifaria que refleje los costes

#### **Servicios de difusión:**

- Alcanzar la cobertura integral de televisión
- Consolidar la actual oferta de televisión y desarrollo legislativo de nuevas modalidades

**Servicios oficiales:**

- Racionalizar los servicios oficiales de telecomunicación

**Comunicaciones móviles:**

- Continuar y consolidar la política empresarial de liberalización en este sector de actividad

**Telecomunicaciones por satélite:**

- Prestación de servicios empresariales VSAT en régimen de concurrencia restringida
- Continuación del programa Hispasat

**Gestión del espectro radioeléctrico:**

- Racionalizar el uso del espectro

**Servicios de Valor Añadido:**

- Desarrollo de los servicios de valor añadido en concurrencia

**Liberalización de terminales:**

- Continuar el proceso de liberalización de terminales

**Neutralidad del operador:**

- Creación de los mecanismos oportunos que garanticen la neutralidad del operador para una competencia leal

**Investigación y Desarrollo:**

- Promover programas de Investigación y Desarrollo específicos, en particular de banda ancha y comunicaciones móviles

## Inversiones

Los organismos y empresas que se indican deberán adaptarse a los planes de inversiones previstos para cada uno de ellos, con flexibilidad anual, pero con el compromiso de alcanzar los volúmenes citados al final de cada período de cuatro años. A continuación se indican los correspondientes programas:

Cuadro 18.8. **Inversiones del Organismo Autónomo de Correos y Telégrafos**

*Millones de Pesetas de 1991*

Redes	1991-94	1995-98	1999-2002	Total
Redes de servicios finales:				
— Conmutación télex	2.200	1.100	500	3.800
— Telegráfica, Burofax y otras	500	500	500	
Red de Comunicaciones Oficiales	4.900	1.000	900	1.500
Correo Electrónico	11.000	5.400	5.400	6.800
Básica de transmisión	13.800	2.700	2.700	21.800
Complementarias	1.100	600	600	19.200
Total	33.500	11.300	10.600	55.400

<b>Cuadro 18.9. Inversiones de Retevisión</b>				
<i>Millones de Pesetas de 1991</i>				
Inversiones	1991-94	1995-98	1999-2002	Total
Generales de la Red	11.800	7.300	6.500	25.600
Redes Específicas:				
— TV y Radio Públicas	16.000	16.800	16.800	49.600
— TV Privadas	29.000	15.100	12.800	56.900
Tecnología	1.600	1.700	1.600	4.900
Complementarias	1.400	2.200	5.200	8.800
Total	59.800	43.100	42.900	145.800

<b>Cuadro 18.10. Inversiones de Hispasat</b>				
<i>Millones de Pesetas de 1991</i>				
Inversiones	1991-94	1995-98	1999-2002	Total
Satélite	18.300	4.200	19.000	41.500
Lanzador	16.900	—	20.000	36.900
Terreno y Edificios	2.000	100	400	2.500
Seguros	6.500	—	6.900	13.400
Otros	1.000	300	600	1.900
Total	44.700	4.600	46.900	96.200

<b>Cuadro 18.11. Inversiones de Telefónica</b>				
<i>Millones de Pesetas de 1991</i>				
Inversiones	1991-94	1995-98	1999-2002	Total
Red Telefónica Básica	1.561.000	1.317.000	1.618.000	4.496.000
Telefonía de Uso Público	44.000	8.000	9.000	61.000
Redes y Servicios Telemáticos	55.000	14.000	14.000	83.000
Redes y Servicios Móviles	95.000	96.000	115.000	306.000
Equipos de abonado, en monopolio	40.000	36.000	23.000	99.000
Desarrollo tecnológico	55.000	58.000	63.000	176.000
Complementarias	79.000	37.000	32.000	148.000
Total	1.929.000	1.566.000	1.874.400	5.369.000

Cuadro 18.12. <b>Inversiones de apoyo</b>				
<i>Millones de Pesetas de 1991</i>				
Inversiones	1991-94	1995-98	1999-2002	Total
Desarrollo Regional	58.000	42.000	42.000	142.000
Extensión del servicio	39.000	23.000	15.000	77.000
Total	97.000	65.000	57.000	219.000

## Financiación

El montante total de las inversiones anteriores, como se reflejó en el cuadro resumen incluido en el capítulo 5, ascendía a 7.065.400 millones de pesetas de 1991. Cuando Borrell presentó el Plan en el Consejo Asesor, puso énfasis en señalar que la financiación de los siete billones de pesetas correspondería a los usuarios puesto que las entidades explotadoras citadas serían capaces de afrontar esos volúmenes de inversión, previstos de forma conservadora según el ministro, gracias a los ingresos procedentes de las cuotas de los servicios prestados.

En el texto del Plan se indicaban los criterios seguidos, parámetros e hipótesis que se habían contemplado para llegar a esos resultados. Además, para corregir situaciones que se consideraban poco satisfactorias se imponían ciertas condiciones complementarias. En el caso de Telefónica, se dio prioridad a asegurar su solvencia económica, indicándole que debería reducir los períodos de amortización y, al mismo tiempo, reducir el porcentaje de endeudamiento, que había superado el 50%, algo que se consideraba el límite que no debía sobrepasarse (se admitía el 55% de forma transitoria al principio del programa). De hecho, se indicaba a la Compañía que debería plantearse alcanzar la autofinanciación a largo plazo.

## Comentarios

El Plan no contentó a los industriales. El presidente de Aniel, Jesús Banegas, en el seminario organizado por Amper en Santander, en septiembre de 1992, decía: «en un país moderno los servicios de telecomunicaciones tienen que ir por delante de las demandas sociales, políticas de oferta, y no detrás de ella, políticas de demanda». Reforzó sus tesis señalando que en el período 1989-90 el gasto público tuvo un crecimiento medio anual del 5,1%, el mayor de Europa, mientras se colocaba en penúltimo lugar en extensión del servicio telefónico.

Por su parte, el COIT en el editorial del número 75 de la revista BIT, señalaba: «Da la impresión de que el PNT está fundado en dos únicas ideas: obligar a las empresas que controla el Estado a incrementar los servicios (política de oferta) y esperar que la demanda le vaya a la zaga. De forma que con ambos meca-



nismos se pretende generar las inversiones, procedentes de los usuarios, para mejorar y mantener el actual nivel tecnológico y la satisfacción de usuarios e industria».

«Quizá a Telefónica se la pueda obligar a invertir en determinados sectores a cambio de reservarle parte del mercado, o llegar a pasar por alto la calidad de los servicios que presta en régimen de monopolio. Pero Retevisión e Hispasat tendrán suficiente con presentar una cuenta de explotación no deficitaria durante estos años. Pretender que sean motores del sector raya con la utopía».

La razón de estas declaraciones era que el sector de las telecomunicaciones, informática y electrónica estaba sufriendo un deterioro alarmante en empleo, con una pérdida del 11% en el año anterior y una balanza comercial cada vez más deficitaria. Con este panorama la industria confiaba que el PNT, además de trazar un camino a seguir y una filosofía de política industrial, iba a especificar también los recursos que la Administración estaba dispuesta a poner sobre la mesa. Sin embargo, la financiación quedaba prácticamente en manos de lo que Telefónica pudiese invertir, mientras mejoraba su situación financiera. El esquema tradicional y, por tanto, nada nuevo.

La realidad fue que el Plan sólo pudo servir de referencia durante un período limitado, porque en 1996 las *condiciones de contorno* habían variado tanto que ya no se podían aplicar políticas intervencionistas y el nuevo Gobierno tenía otros planteamientos.

Hay que señalar que con independencia del volumen y forma de financiación de las inversiones, el PNT aportó aspectos muy positivos. Un ejemplo puede ser el sistema incluido en él, para medir la calidad de los servicios prestados por Telefónica, que posteriormente se incorporó al Contrato con el Estado, y que se ha seguido empleando hasta fechas recientes.

Una cuestión que no se suele mencionar es que la Ponencia que dictaminó el Plan propuso lo que luego se reguló como *Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones* en los edificios, cuestión en la que España ha sido líder en su regulación. Y lo más importante es que se estableció un seguimiento sistemático de la situación por parte del Consejo Asesor, por lo que los prestadores de servicio se esforzaron al máximo para alcanzar los objetivos marcados.

## LA RED DE TRANSMISIÓN DE DATOS. EL PROYECTO TESYS

A principios de los años setenta ninguna Administración Telefónica disponía de una red pública de transmisión de datos. La mayor parte de los operadores europeos de telecomunicaciones brindaban servicios de transmisión de datos apoyándose en la red de conmutación de circuitos. Existían en Estados Unidos redes de tipo no comercial como ARPANET (precursora de la red Internet) y en el Reino Unido una red experimental denominada MARKI, basada en técnicas de conmutación de paquetes.

El 30 de julio de 1971 se realizó la inauguración en España del primer conmutador público de conmutación de paquetes; fue instalado en la Central de Velázquez de la ciudad de Madrid. El acto de inauguración estuvo presidido por el ministro de Gobernación de entonces, quien pronunció las siguientes palabras: «*Yo no sé muy bien qué es esto, pero si es para el bien de los españoles, ¡queda inaugurado!*».

El nodo anterior era el primer embrión de lo que se denominó Red Especial de Transmisión de Datos (RETD). La RETD utilizaba, en su momento inicial, ordenadores de propósito general de UNIVAC, y los protocolos de interconexión entre los nodos fueron definidos por el grupo de desarrollo de la Red de Telefónica e inspirados en los protocolos de la red ARPANET americana; estos protocolos se denominaron RSAN (Red Secundaria de Alto Nivel).

La RETD fue pionera a nivel mundial. Cuando Telefónica inauguró esta red y la puso en explotación comercial, no existía en el mundo ninguna red pública basada en tecnología de conmutación de paquetes. En España se habían puesto en servicio previamente algunas redes de datos privadas para interconectar ordenadores entre sí: Renfe (1968), Iberia (1969) y La Caixa (1970). La banca fue la verdadera impulsora del desarrollo de la red. Banesto impulsó en 1969 un proyecto de interconexión de sus 3.000 sucursales bancarias. Telefónica quiso conocer la opinión de los bancos en relación con la creación de una red específica de transmisión de datos, y la respuesta fue positiva.

Jesús Manjarrés, Santiago Herrera, Ignacio Ayuso y José M.<sup>a</sup> Vázquez se desplazaron a Estados Unidos tratando de analizar y seleccionar la tecnología que permitiera dar una respuesta adecuada a la construcción de la red. Los anteriores empleados de Telefónica en su viaje a Estados Unidos analizaron la red de conmutación de circuitos de Western Union y las redes de mensajes de la American Bank Association, que seguía los principios de la red ARPANET de conmutación de paquetes.

Telefónica se inclinó por utilizar la tecnología de conmutación de paquetes; es probable que fueran varias las razones, pero sin duda la decisión puso de manifiesto una visión técnica y de negocio avanzada, máxime cuando la misma se tomaba a contracorriente de lo que al inicio de los años setenta parecía ser la tendencia a nivel general.

La RETD tuvo un importante éxito. El sector bancario hizo uso mayoritario de la red y el número de conexiones creció de manera espectacular.

En 1974, Ignacio Vidaurrázaga, que se había mantenido vinculado desde el comienzo, desde UNIVAC, al lanzamiento y desarrollo de la RETD, se incorpora a Telefónica, pasando a dirigir la División Informática, que fue la unidad encargada de desarrollar el incipiente negocio de la transmisión de datos dentro de Telefónica. La División Informática funcionó con una enorme autonomía, realizando las funciones de creación de planta, explotación de la red, mantenimiento y comercialización de servicios. La unidad, además de desarrollar la acción comercial de manera autónoma, realizaba e impulsaba las labores de diseño de la red.

*La RETD fue pionera a nivel mundial. Cuando Telefónica inauguró esta red y la puso en explotación comercial, no existía en el mundo ninguna red pública basada en tecnología de conmutación de paquetes*

---

La RETD se desarrolló durante los primeros años utilizando ordenadores UNIVAC. En 1975 los ordenadores anteriores fueron sustituidos por ordenadores Honeywell. La sustitución estuvo motivada por la necesidad de aumentar las prestaciones de los nodos de la red. Sin embargo, al utilizar los ordenadores de propósito general su permanencia en el mercado se veía afectada por la política de sustitución de productos de los fabricantes de ordenadores, sin que todo el software desarrollado para soportar los protocolos y las aplicaciones pudiera portarse sin más a la nueva generación de productos.

La simultánea estandarización de los protocolos de interconexión emanados de CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía) unido a la necesidad de controlar la tecnología de base de los conmutadores de paquetes, llevó a la División de Informática a plantearse el desarrollo de un conmutador propio; de esta forma nació el desarrollo del proyecto Tesys A.

## **La industria española en el Tesys**

Uno de los factores decisivos de la aparición de Tesys fue el que el equipo Univac (centros nodales) fuesen ordenadores de propósito general y que Honeywell (periféricos) decidiera interrumpir sus desarrollos y no tenía una idea clara de evolución, unido al hecho no dicho todavía que Telefónica había empezado a exportar su tecnología a otros países y que entre esos países estaba la propia Unión Soviética y sus países satélites, lo que hacía imposible en aquellos años exportar tecnología americana a los mismos; todo ello impulsó a Telefónica a fabricar un conmutador totalmente nacional, el Tesys, cuyo nombre se crea con las iniciales de las tres empresas que participaron: TE de Telefónica, que tuvo la responsabilidad de hacer el software, S de Secoinsa, que fue el fabricante de los equipos, y S de Sitre, encargada de fabricar determinados subconjuntos. La propiedad intelectual e industrial del producto era en todo momento de Telefónica, lo que resultaba una gran novedad con respecto al pasado donde siempre los socios industriales habían sido los «dueños» de los productos.

Es de destacar que en el año 1974, año de creación de Secoinsa, la División de Informática de Telefónica introducía en España los primeros terminales bancarios inteligentes 3537 fabricados por Fujitsu en Japón (lo que permitió un conocimiento profundo por parte de los técnicos de la División de Informática de los métodos y prácticas industriales de la ingeniería japonesa) y que, antes de finales de los sesenta, el dueño de Sitre, Francisco de la Vega, ya había estado involucrado en el aterrizaje en España de Telettra, lo cual eliminaba o al menos re-

ducía los riesgos de la operación ya que había referencias constatadas de los socios en la aventura.

El jefe de proyecto de desarrollo inicial del Tesys era Francisco Puig, de la División de Informática, que diseñó el actual modo de funcionamiento del Tesys, en sus dos versiones, el Tesys I, centro remoto y pequeño, y el Tesys 5, novedad casi revolucionaria por cuanto se trataba de un equipo con bus interconectando equipos Tesys I, diseño que siguieron a continuación la mayoría de los fabricantes. Esto facultó a Telefónica la competencia con otras empresas, incluso con la propia canadiense Northern Telecom, lo que supuso un avance muy importante para las empresas españolas.

Otro hito fue la introducción del desarrollo de la X.25 en los equipos Tesys, puesto que suponía disponer de un procedimiento estándar internacional en cuanto a conexión de clientes y terminales. Por primera vez en un proyecto tan ambicioso se había logrado que equipos y programas fuesen de desarrollo y fabricación nacional.

Como ya hemos dicho antes, fue la URSS el primer intento de exportación de la tecnología que no llegó a cuajar por las dificultades arancelarias de aquellos días, siendo Argentina y Canadá los países que vieron las implantaciones de sus redes de datos basadas en el Tesys con una arquitectura de partida basada en el microprocesador Intel 8086 de 16 bits.

Posteriormente y con el objetivo de disponer de una fuente alternativa de suministro, Telefónica incorporó a Telefonía y Electrónica, que poco después fue adquirida por Amper, dando lugar al nacimiento de su filial Amper Datos.

El Tesys A fue un proyecto de éxito que permitió a Telefónica la extensión de la RETD, permitiendo el crecimiento del número de usuarios y con ello el desarrollo del negocio de la transmisión de datos en Telefónica.

El éxito tecnológico y económico fue tal que en 1984 el Departamento de Comercio de Estados Unidos afirmaba que «España tiene una red de transmisión de datos más evolucionada tecnológicamente del mundo ... la mayor parte de los países del mundo la tienen en fase experimental ...»

En el cuadro 18.13 se puede observar el adelanto de España con respecto al resto de los países avanzados en la implantación de las redes públicas de transmisión de datos.

Asimismo en el cuadro 18.14 se puede observar el número de terminales conectados a la red en España en el período 1982 a 1988 y su comparación con el resto de los países europeos.

En 1982 se instaló el primer equipo Tesys en la RETD funcionando con los protocolos RSAN. En 1985 se implantaron en el sistema Tesys los protocolos X-25. En el momento de la incorporación de estos protocolos cambió también la denominación de la red, pasando a denominarse Iberpac la red de conmutación de paquetes con protocolo X-25. Durante un largo período de tiempo hasta 1996, coexistieron los dos protocolos en la red, el protocolo RSAN y el protocolo X-25.

<b>Cuadro 18.13. Fechas de puesta en funcionamiento de redes de conmutación de datos en el mundo</b>			
	Red de conmutación de paquetes	Año de entrada en servicio	Red de conmutación de circuitos
España	RETD/RSAN IBERPAC X.25	1972 1985	NO NO
Alemania	DATEX-P	1981	DATEX-L
Austria	DATEX-P	1983	DATEX-L
Bélgica	DCS	1982	NO
Dinamarca	DATAPAK	1984	DATEX
Finlandia	DATAPAK	1984	DATEX
Francia	TRANSPAC	1978	CADUCEE
Holanda	DN-1	1981	NO
Irlanda	EIRPAC	1984	NO
Italia	ITAPAC	1985	RFD
Luxemburgo	LUXPAC	1983	NO
Noruega	DATAPAK	1984	NPDN
Portugal	TELEPAC	1984	NO
Reino Unido	PSS	1981	NO
Suecia	DATAPAK	1985	NPDN
Suiza	TELEPAC	1983	NO
EEUU	TYMNET/TELENET	1975	Sin datos
Canadá	GLOBEDAT	1977	Sin datos

Fuente: Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1987 (MTTC, 87).

<b>Cuadro 18.14. Líneas conectadas a la red de datos para algunos países</b>				
	Terminales conectados a redes públicas de datos			
	1982	1984	1986	1988
Austria	161	2.254	6.115	9.148
Bélgica	—	305	1.035	6.680
Dinamarca	688	4.800	10.750	SD
España	12.790	24.807	27.632	45.626
Francia	10.549	23.500	26.179	61.350
Irlanda	88	146	682	1.881
Portugal	—	—	481	2.615
RFA	90.000	108.631	146.409	184.342
Suecia	2.073	11.798	21.663	33.464
Suiza	172	992	3.100	6.731

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT.91) y Banco Mundial (World Bank, 91).

A partir de 1986 se inició un proyecto de mejora de prestaciones y de capacidad de mantenimiento del sistema Tesys A que se denominó Tesys-AX. El sistema fue fabricado durante toda la vida del equipo por Secoinsa, Sitre y Amper Datos. El sistema fue exportado a Canadá, Argentina, Grecia, Noruega y Tailandia.

Telefónica I+D junto con Fujitsu España (que había absorbido a Secoinsa) y Amper Datos, inició en el año 1986 el desarrollo de la nueva generación del sistema Tesys, que se denominó Tesys B. Se pretendía que el desarrollo del sistema se hiciera industrializando el producto desde la fase de proyecto, de forma que fuera fabricable sin ulteriores adaptaciones. El desarrollo del Tesys B respondió a una arquitectura modular avanzada, que hizo uso masivo de tecnologías de integración a gran escala, lo que permitía reducir las dimensiones del equipo, aumentar su fiabilidad y disminuir su coste. El desarrollo del proyecto se realizó utilizando las más modernas metodologías de proyectos. Telefónica realizó un enorme esfuerzo inversor.

En el año 1990 se instaló el primer nodo piloto. Se identificó como aplicación más importante de la utilización del sistema como nodo de tránsito de la red Iberpac. A finales del año 1993 quedaron instalados 15 nodos de tránsito.

El Tesys B representó sin duda el esfuerzo de desarrollo tecnológico en equipos y sistemas de telecomunicaciones en España más importante de todo el siglo xx. Sin embargo, su éxito comercial no fue parangonable al del Tesys A.

La Red Uno, nombre que tomó la red de paquetes que sustituyó a Iberpac, no se constituyó con tecnología Tesys B, sino con los nodos de paquetes de la empresa canadiense Northern Telecom. Con la decisión de desplegar la tecnología de Northern Telecom en la Red Uno se firmó «de facto» la «muerte» del Tesys B, y con ello la tecnología de conmutación de paquetes en España.

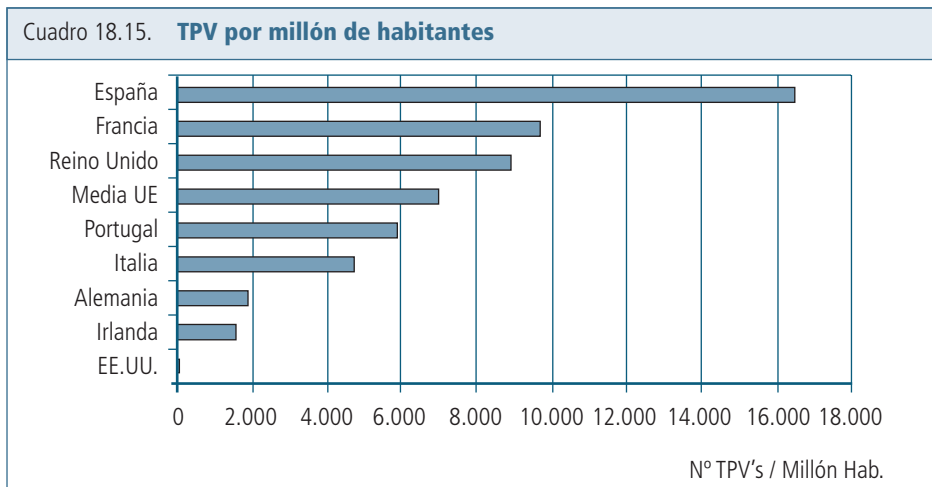
## Comentarios

El proyecto Tesys representó un ejemplo de cómo un desarrollo tecnológico generado por una demanda temprana, realizado aún en condiciones adversas para la innovación, pero soportado por una necesidad real, permite la generación de un negocio, además de posicionar a la industria en una posición de liderazgo en la citada tecnología.

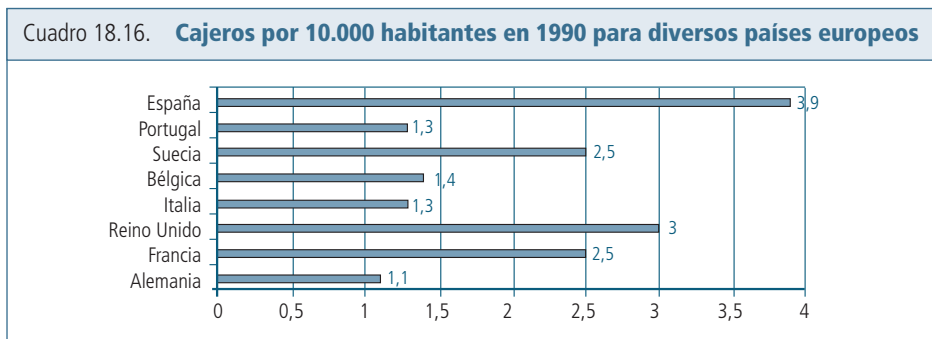
El proyecto Tesys supuso un enorme beneficio no sólo para Telefónica sino también para las empresas participantes en el desarrollo, fabricación, integración e instalación del producto, representando un importante generador de tecnología y de capacitación industrial, contribuyendo además a la generación de otros negocios colaterales. España se convirtió en líder mundial en la fabricación de Terminales Puntos de Venta TPV (datáfonos) como consecuencia del desarrollo de la red Iberpac y del servicio de transferencia electrónica de fondos que se ofrecía a través de la misma.

En el año 1980 Telefónica creó una serie de servicios que se apoyaban en la red Iberpac. El servicio videotex, el teletex, el servicio datáfono y la conexión de cajeros automáticos, que Telefónica popularizó y que se apoyaban en la red de transmisión de datos. El servicio datáfono (servicio de pago en puntos de venta) tuvo un desarrollo espectacular en España y ha representado un claro ejemplo de desarrollo inducido por la red de transmisión de datos Iberpac. El primer datáfono que se implantó en España de forma masiva fue el «Datáfono 1», desarrollado en el año 1984 por Telettra Española. En el año 1997 existían instalados en España más de 640.000 datáfonos.

España, tal como aparece reflejado en el siguiente gráfico (cuadro 18.15), era el país con mayor número de terminales punto de ventas por cada millón de habitantes, con un índice de penetración que era más de dos veces y media que la media de los países de la Unión Europea.



Fuente: Métrica de la Sociedad de la Información (SEDISI).



Fuente: Servicio de Estudios de La Caixa (Caixa, 99).

La implantación de los cajeros automáticos en España tuvo también una fuerte relación con el desarrollo de la red Iberpac. En el cuadro 18.16 se evidencia el número de cajeros automáticos existentes en España en el año 1990, en relación a otros países de la Unión Europea.

## **LA EXPANSIÓN DE LA TELEFONÍA EN EL MEDIO RURAL**

La dotación del servicio telefónico a las áreas rurales constituyó uno de los mayores retos a los que se enfrentaban las Administraciones Públicas, tanto en los países en vías de desarrollo como en los países desarrollados.

Razones de rentabilidad de las inversiones han sido siempre los argumentos para justificar la baja penetración del servicio telefónico en las áreas rurales. Sin embargo, la dotación de comunicación en el medio rural no sólo es una vía de integración social de los ciudadanos que habitan en dichas áreas, sino que es también un instrumento de desarrollo económico y de vertebración social que permite acortar las desigualdades entre los ciudadanos. En nuestro país la extensión de la telefonía al medio rural, primero, y la posibilidad de brindar conexiones de acceso a Internet, además de comunicaciones de voz, después, ha constituido una constante en el interés de la clase política.

### **El multiacceso rural**

A principios de los años ochenta y como fruto de una colaboración establecida entre el Centro de Investigación y Estudios de Telefónica y Telettra Española, nació el proyecto del Multiacceso Rural (MAR801 y MAR1604), cuyo objetivo era ofrecer una solución para poder llevar la telefonía a zonas de población dispersas, donde no era viable realizarlo por tecnologías convencionales.

Telefónica, antes de dar vía libre al proyecto, había realizado dos instalaciones experimentales con dos productos, uno de la empresa italiana Italtel y otro de la empresa japonesa Fujitsu.

El multiacceso rural nació con la idea de diseñar un producto que permitiera disponer de un conjunto de prestaciones para satisfacer las necesidades específicas de Telefónica; con objeto de brindar comunicaciones a usuarios particulares y a teléfonos públicos debía, además, permitir las conexiones de todos los terminales que entonces se conectaban a las líneas telefónicas convencionales a la red.

El sistema desarrollado fue un sistema radio punto a multipunto con capacidad para soportar hasta 96 usuarios, compartiendo 8 canales radio en la banda VHF (MAR801) o 16 canales radio en la banda UHF (MAR1604).

El sistema estaba integrado por tres equipos diferentes:



El equipo concentrador ECO96/8 en el MAR801 y ECO96/16 en el MAR1604. La estación base denominada 2xRB41 en el Sistema MAR801 y 4xRB44 en el Sistema MAR1604.

El equipo terminal radio que trabajaba tanto en la banda VHF como en la UHF.

El sistema se completaba con un sistema de gestión y supervisión centralizado. La primera instalación operativa del sistema se instaló en Aguilar de Campóo en la provincia de Palencia en el año 1981. Durante los años 1981, 1982 y 1983, Telettra Española suministró más de 600 sistemas que permitieron dar telefonía privada y pública a más de 50.000 usuarios en áreas rurales de la geografía española.

El MAR801 y MAR1604 fueron exportados por Telettra Española a varios países, sobre todo del área latinoamericana, y supuso el comienzo de la línea de actividad más importante que Telettra Española desarrolló en nuestro país.

Al Multiacceso Rural Analógico MAR801 y MAR1604 le sucedió un Concentrador Simétrico CDS96/16, del que Telefónica de España también hizo uso para poder ofrecer, a bajo coste, servicio telefónico en núcleos de población donde vivía la población agrupada y no dispersa, como era el caso de las aplicaciones a las que servía el Sistema Multiacceso.

Al sistema analógico le sucedió el desarrollo, industrialización y comercialización de un sistema de acceso radio digital, que fue denominado SMD-30/1.5. Este sistema era un sistema de tipo punto a multipunto por división en el tiempo. El sistema tenía una capacidad para soportar 30 canales telefónicos simultáneos a una velocidad de 64 Kbit/s cada uno. Fue dimensionado para dar tráfico a un total de 256 usuarios, en función del tráfico previsto.

El Sistema SMD30/1.5 se lanzó comercialmente al mercado en el año 1985 y con ello complementó Telettra Española su oferta en el segmento de los sistemas de telefonía y datos para áreas rurales.

Todos estos desarrollos realizados íntegramente en España dieron a Telettra Española el reconocimiento de líder a nivel mundial de este tipo de tecnologías. Los diferentes sistemas con los que se completó la oferta de productos permitieron a Telettra exportar estas soluciones a los cinco continentes. Ingenieros de Telettra Española presentaron las diferentes soluciones en ponencias y simposiums internacionales sobre la materia.

Los ingresos económicos que la actividad generó en Telettra Española sobrepasaron los 40.000 millones de pesetas desde comienzos de los años ochenta hasta que la empresa fue absorbida por Alcatel en 1990, siendo estas actividades el mayor activo tecnológico que Alcatel España recibió con la absorción de Telettra.

## La universalización del servicio telefónico

La universalización de la telefonía a las zonas orográficas más complejas tiene sus antecedentes en 1984. El Real Decreto 2248/84, de 28 de noviembre, sobre la Extensión del Servicio Telefónico en el medio Rural, tenía como objetivo impulsar el papel de las Comunidades Autónomas, estableciéndose los procedimientos de financiación de las Administraciones Territoriales. Posteriormente hubo sucesivos planes. El Plan de Extensión del Servicio Telefónico de 1988 a 1991 supuso un paso más en el que se fueron incorporando las entidades de población con menor número de habitantes, con el objetivo de aumentar progresivamente la penetración del servicio telefónico a las poblaciones de menor tamaño. Durante la vigencia de este plan se incorporaron al servicio un total de 8.021 entidades de población, instalándose además 64.753 líneas de extrarradio y 5.158 teléfonos públicos de servicio. Sin embargo, fue en 1992 cuando una idea novedosa propuesta a Telefónica por Amper Datos, y que tuvo como promotor al que fuera en aquel entonces vicepresidente ejecutivo de la empresa, José Luis Adanero Palomo, consistente en la utilización de las mismas infraestructuras de la telefonía móvil para a través de un terminal fijo celular a instalar en el domicilio del usuario permitiera el establecimiento de una comunicación bidireccional capaz de soportar tráfico de voz y tráfico de datos de baja velocidad con unos costes razonables y con una solución técnica totalmente válida. Esta idea novedosa a nivel mundial en aquel entonces fue probada con éxito a finales de 1992 por Telefónica. José Luis Adanero Palomo había dirigido el Centro de I+D de Telettra Española y contaba con toda la experiencia previa del desarrollo de los sistemas de telefonía rural.

El proyecto de la telefonía celular fija para áreas rurales de Amper Datos tuvo sus primeros antecedentes en el año 1988. La idea que se barajaba en 1988 consistía en conectar teléfonos públicos de otra filial de Amper (Amper-Elasa) a la red telefónica conmutada mediante acceso a través de la red móvil celular, tanto en emplazamientos fijos como móviles. En aquellos años la inversión en el terminal de acceso celular conectado a un teléfono público se podía justificar por el mayor tráfico que generaba una línea telefónica pública, cosa que no era aplicable a los abonados particulares. Sin embargo, el núcleo de los problemas técnicos a los que había que dar soluciones era el mismo que más tarde afectaría al proyecto de los usuarios particulares: *¿Cómo hacer que el servicio telefónico básico se proporcione por la red celular en condiciones idénticas a las de los pares de cobre?*

En 1990 Telefónica solicitó a Amper una solución técnica capaz de explotarse comercialmente en la provisión de la telefonía de uso público en el tren de alta velocidad (AVE). El 20 de abril de 1992 se inauguró el trayecto Madrid-Sevilla del AVE, en el que todas y cada una de las ramas operativas de este tren contaban con tres teléfonos públicos de tarjetas prepago.

Esta misma tecnología se extendió también después a los *ferrys* de la Compañía Trasmediterránea. A principios del año 1991 el servicio telefónico móvil de

*El Real Decreto 2248/84, de 28 de noviembre, sobre la Extensión del Servicio Telefónico en el medio Rural, tenía como objetivo impulsar el papel de las Comunidades Autónomas, estableciéndose los procedimientos de financiación de las Administraciones Territoriales*

---

Telefónica con tecnología analógica en la banda de 900 MHz (TMA-900A) había extendido su cobertura a una buena parte del territorio nacional, encontrándose la infraestructura de la red disponible.

El 13 de mayo de 1991 Amper Datos, a través de su vicepresidente ejecutivo, remitió al entonces director general del Servicio Telefónico Nacional de Telefónica, Antonio López Barajas, un estudio de viabilidad que ofrecía una alternativa técnica para la extensión del servicio telefónico en las áreas rurales y de extrarradio, donde apoyándose en las infraestructuras de la Telefonía Móvil Automática TMA-900A, basada en tecnología ETACS-900 y utilizando un terminal fijo de tipo celular, que fue bautizado con el nombre de LICEA (Línea Celular de Abonado), que Amper Datos había desarrollado, ofrecía una alternativa técnica competitiva para los fines indicados.

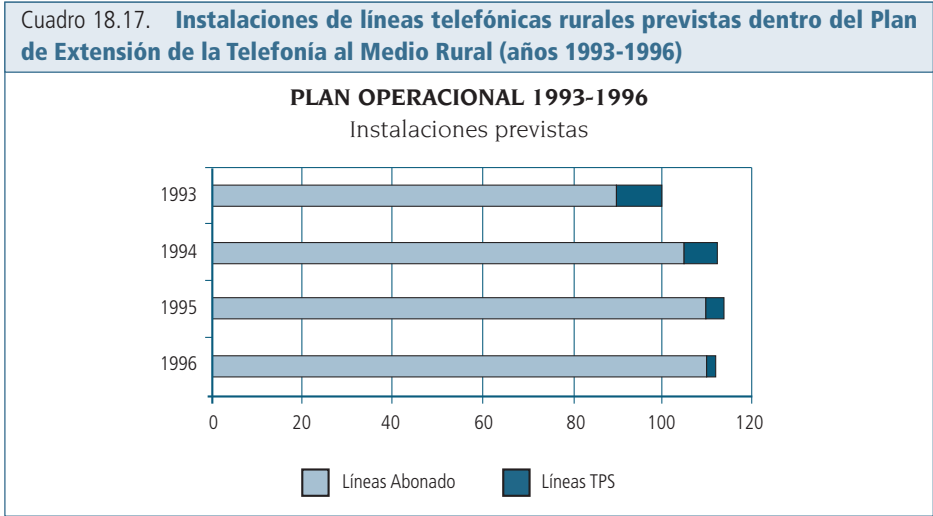
El citado informe de viabilidad fue remitido posteriormente por el presidente de Amper entonces, Antonio López García, al presidente de Telefónica, Cándido Velázquez, con fecha 6 de junio de 1991. El presidente de Amper, además de remitirle el informe, le manifestaba su satisfacción en que Telefónica compartiera su interés en el proyecto de extensión de la telefonía al medio rural que Amper había presentado.

Desde ese momento el presidente de Telefónica hizo suyo el proyecto y es justo reconocer que impulsó permanentemente la introducción de la tecnología de acceso celular en el medio rural.

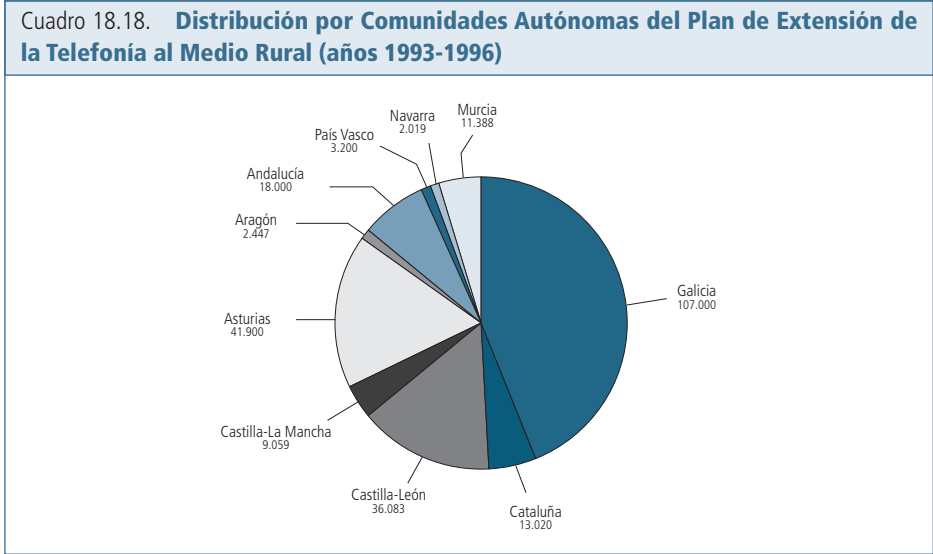
En enero de 1992, Amper Datos entregó a Telefónica los primeros equipos del primer equipo, que denominó LICEA I. El 7 de abril de 1992 Telefónica realizó la primera demostración operativa oficial del servicio telefónico por acceso celular, utilizando los terminales fabricados por Amper Datos. La demostración se llevó a cabo en el Palacio de Raxoy en Santiago de Compostela con la participación de la Presidencia de Telefónica y el presidente de la Xunta de Galicia, Manuel Fraga Iribarne.

Establecidos por Telefónica los principales objetivos de extensión del servicio, se determinó la necesidad de realizar un número de instalaciones preoperativas. Estas instalaciones se realizaron en la provincia de La Coruña, en la zona de Ainoa, término en el que se instalaron las primeras líneas telefónicas con abonados reales por acceso celular. Los resultados obtenidos en las primeras instalaciones y el convencimiento de que la tecnología propuesta por Amper era económicamente viable llevaron a Telefónica a elaborar el Plan Operacional de Extensión del Servicio en el Medio Rural 1993-1996, que fue aprobado por el Consejo de Ministros con fecha 12 de marzo de 1993.

El plan tenía como objetivo hacer que en el año 1996 la totalidad de los ciudadanos residentes en nuestro país tuvieran las mismas condiciones de calidad, precio y plazo del servicio telefónico básico. En el cuadro 18.17 se muestran los objetivos del plan expresados en términos de número de líneas telefónicas con acceso celular a instalar en España en el período de vigencia del plan.



En el cuadro 18.18 se muestra, asimismo, la distribución del número de líneas a instalar en el Plan repartido por Comunidades Autónomas.



El Plan de Expansión del Servicio Telefónico en el Medio Rural 1993-1996 tuvo un enorme impacto social.

Como ejemplo de la repercusión social del proyecto, recogemos a continuación un extracto del artículo publicado en el diario *El País*, en el suplemento *Negocios*, el día 21 de marzo de 1993, con el título «Hilos al campo».

### **Hilos al campo (*El País* 21/03/1993)**

«El campo español tiene varias asignaturas pendientes. Una de ellas es la de las comunicaciones. Todavía no han llegado las carreteras a las más remotas aldeas y los hilos del teléfono no se han podido instalar en pueblos de sierra o de valles perdidos “porque era muy costoso”. Gracias a las nuevas tecnologías de radiotelefonía, parece que la incomunicación puede acabarse.

El Consejo de Ministros celebrado el pasado día 12 aprobó uno de los planes más ambiciosos de comunicaciones de los últimos tiempos, el Plan Operacional de Extensión del servicio Telefónico en el Medio Rural (1993-1996), que pretende hacer llegar el servicio telefónico a todos los españoles que lo deseen, en igualdad de condiciones e independientemente de su lugar de residencia, en un período de tres años. Para ello tiene previstas unas inversiones de 103.100 millones de pesetas, de los que 77.325 millones serán aportados por Telefónica y 25.775 millones por las comunidades autónomas, diputaciones y ayuntamientos.

A partir de ahora todo el territorio español será zona urbana telefónica a efectos de solicitud, precio y plazos para conseguir un teléfono y todo español podrá tener una conexión telefónica. Además, todas las poblaciones de más de 10 habitantes (aproximadamente tres familias) dispondrán de teléfono público de servicio (TPS). Desaparece, por todo ello, el concepto de tarifa de extrarradio.

### **El secreto**

¿Cuál es el secreto de este ambicioso plan? Se trata de utilizar determinadas nuevas tecnologías que ya se han experimentado durante 1992 en comunidades como Galicia, Asturias, León, Almería y Granada, en las que

9.312 nuevos abonados se han conectado a través de los servicios móviles mediante el llamado «acceso celular» utilizando la estructura de la red de Telefonía Móvil Automática (TMA Sistema 900A).

El uso masivo y extendido del «acceso celular» requiere la instalación de una red de estaciones radioeléctricas, similares a las utilizadas para prestar el servicio de Telefonía Móvil Automática. Con el fin de llegar a los más remotos poblados, las señales telefónicas se transmitirán por radiofrecuencia, y los abonados, por ejemplo de un pueblo de alta montaña a los que no puede llegar el hilo telefónico, tendrán un pequeño receptor en sus casas, al que conectarán el cable del teléfono. Es decir, se utilizan terminales telefónicos convencionales (no móviles), con un adaptador específico.

Esta nueva red, sin embargo, es paralela a la red existente de TMA, lo que quiere decir que un teléfono móvil actual a bordo de un vehículo que circule por la zona no puede entrar directamente en la nueva red rural.

En el Plan Supletorio se prevé la instalación de un teléfono público de servicio en las poblaciones con más de 10 habitantes cuyos ayuntamientos lo soliciten. Además, se crearán zonas urbanas en todas las poblaciones con más de 50 habitantes; los límites mínimos de las zonas telefónicas urbanas serán de un kilómetro de radio, y además se atenderán las solicitudes de servicio telefónico de extrarradio, por lo que desaparecerán de las listas de espera. La inversión estimada para el plan supletorio será de 87.669 millones de pesetas.

En la fecha de 1 de enero de este año no tenían acceso todavía al teléfono 1.259.730 habitantes, el equivalente al 3,25%. Entre las entidades de población se encontraban sin servicio 22.894 (un 36,5%); sólo con servicio público, 11.433 (un 18,3%), y con servicio urbano, 28.318 (un 45,2%). Al 31 de diciembre de 1992 existían en lista de espera 120.414 peticiones en España.»

No sólo la prensa nacional sino también la internacional se hicieron eco del ambicioso plan de Telefónica para la extensión de la telefonía rural por acceso celular. Sin embargo, nos parecen más significativos los titulares de periódicos regionales españoles, que destacaron ampliamente las consecuencias sociales del despliegue del plan.

DIARIO LA CRÓNICA 16, de fecha 22 de mayo de 1992, León.  
«**Telefónica quiere pulverizar los plazos para llevar el teléfono a todos los pueblos de la provincia.**»

DIARIO EL DÍA, de fecha 25 de noviembre de 1992, Toledo.  
«**Firma de convenio entre la Junta y Telefónica.**»  
«**Toda la región contará con líneas telefónicas a finales del 94.**»  
«**Se instalarán 9.059 líneas con una inversión de seis mil millones de pesetas.**»

DIARIO ABC, de fecha 25 de noviembre de 1992, Toledo.  
«**Seis mil millones para llevar el teléfono a todos los pueblos.**»

DIARIO LA VOZ DE GALICIA, de fecha 29 de noviembre de 1992, La Coruña.  
«**Fraga inauguró en Monfero los teléfonos con sistema celular.**»

DIARIO IDEAL, de fecha 13 de enero de 1993, Almería.  
«**Todos los núcleos, cortijadas y viviendas aisladas de la provincia podrán tener teléfono.**»

DIARIO LA VOZ DE ASTURIAS, de fecha 28 de enero de 1993, Oviedo.  
«**Mejora de las comunicaciones en el Principado.**»  
«**8.000 asturianos piden el teléfono rural.**»  
«**El convenio de telefonía celular provoca una avalancha de peticiones en Asturias.**»  
«**La compañía prevé que se lleguen a instalar cerca de 42.000 líneas.**»  
«**La mayoría de las solicitudes proceden de la zona sur occidental de la región.**»

DIARIO EL CORREO GALLEGO, de fecha 27 de enero de 1993.  
«**La inversión total hasta el año 94 alcanzará los 45.000 millones de pesetas.**»  
«**El rural gallego tendrá en 1993 45.000 nuevas líneas telefónicas.**»

DIARIO IDEAL, de fecha 1 de febrero de 1993, Granada.  
«**Telefónica instalará 2.000 teléfonos públicos en zonas rurales, que servirán a 42.000 personas.**»  
«**La Junta invertirá en la ampliación de la red telefónica.**»

DIARIO LA CRÓNICA 16, de fecha 21 de febrero de 1993, León.  
«**Telefonía por “acceso celular” igual, pero distinto.**»

DIARIO LA VANGUARDIA, de fecha 27 de septiembre de 1993, Barcelona.  
«**Telefónica y Generalitat invierten para llevar el teléfono a zonas rurales poco pobladas.**»

Los medios de comunicación han recogido también, como no podía ser de otra manera, los efectos que en la población han tenido las incidencias en el funcionamiento del servicio de telefonía fija celular. Sirva como ejemplo el siguiente

te titular para advertirnos de que ningún proyecto, por muy ideal que sobre el papel se presente, está exento de dificultades y limitaciones reales. Sin embargo, a renglón seguido debemos añadir que es el único reflejo en la prensa que hemos obtenido en el cual se habla negativamente del funcionamiento del sistema.

DIARIO EL COMERCIO, de fecha 30 de julio de 1993, Gijón (Asturias).

«**Telefónica asegura que la solución es una antena repetidora, que hace dos meses prometió construir.**»

«**Los teléfonos instalados en las parroquias occidentales de Gijón plantean numerosos problemas de funcionamiento.**»

«**El Partido Popular pedirá en el próximo pleno municipal la intervención del alcalde en el problema.**»

## Repercusiones económicas del proyecto y conclusiones

El Plan Operacional del cuatrienio 1993-1996 preveía la instalación de 441.154 nuevas líneas. Las inversiones presupuestadas fueron de 193.100 millones de pesetas, de las cuales el Plan preveía que el 75% de la inversión sería aportada por Telefónica y el resto por las Administraciones Públicas Territoriales.

Aproximadamente el 80% se debía realizar con el Sistema de Telefonía Celular y el 20% restante mediante tecnologías tradicionales (cable, centrales de conmutación).

La inversión movilizó a numerosas empresas nacionales para realizar la fabricación de los equipos, la ingeniería, la obra civil, así como las instalaciones. Los equipos fueron suministrados principalmente por Amper Datos (50% del mercado), por Ericsson (40% del mercado) y por Alcatel (10% del mercado).

Amper Datos exportó esta tecnología a dieciséis países (Hungría, Inglaterra, Colombia, Paraguay, Croacia, Perú, Rumania, Argentina, Tailandia, etc.). La facturación realizada en productos de esta tecnología en los años 1993 a 1997 fue de 18.400 millones de pesetas, siendo durante el citado período la empresa líder a nivel mundial por el número de unidades vendidas.

El proyecto tuvo la virtud de que significó un salto importante en la consecución de brindar un servicio telefónico hasta el último rincón de la geografía española y permitió que Telefónica dispusiera de una tecnología clave, tanto a nivel técnico como económico, para la universalización del servicio en las áreas rurales, que permitió, además, la generación de una tecnología autóctona, generando una actividad industrial, de instalaciones y proyectos que significó una importante actividad económica en el sector de las telecomunicaciones en España durante ese período; además permitió focalizar en España esta actividad industrial, Ericsson en Vizcaya (Zamudio), Alcatel (Toledo) y Amper Datos (Tres Cantos, Madrid), además de las exportaciones que se realizaron por parte de las empresas anteriores de estos productos.

Durante los años 2004 a 2006 Telefónica ha puesto en marcha un plan de renovación de las tecnologías anteriores, que basándose fundamentalmente en tecnologías de acceso celular digital y en tecnologías LMDS en la banda de 3,5 GHz, están sustituyendo la tecnología de acceso celular de tipo analógica, que fue implantada en el Plan de 1993-1996. Los suministradores actuales de la tecnología de acceso celular digital han sido Ericsson y Amper, y de la tecnología LMDS, Siemens España que ha suministrado tecnología de la empresa canadiense SR Telecom.

## **LA TELEFONÍA DE USO PÚBLICO EN ESPAÑA. UNA HISTORIA DE ÉXITO**

Dentro del sector de las telecomunicaciones, la telefonía de uso público ha desempeñado un papel modesto si lo comparamos con otros mercados tradicionales como la conmutación o la transmisión. Más recientemente, con la generalización de los móviles su utilidad ha disminuido mucho aunque sorprendentemente no ha llegado a desaparecer. Es más, circunstancias como las que han propiciado en nuestro país la llegada de varios millones de inmigrantes han forzado la reinención de la telefonía de uso público, tanto en las cabinas mediante la utilización de las tarjetas prepago con PIN como, ¡quién lo diría!, en los olvidados locutorios. Actualmente pueden consumirse en España del orden de 50 millones de tarjetas PIN y haber florecido, tras desaparecer, unos 10.000 locutorios.

No obstante ese papel humilde, hace 15-20 años no faltaban razones por las que los teléfonos públicos resultaban interesantes. Como tecnología, convergían en ellos avances en medios de pago, digitalización de las tecnologías electrónicas, nuevos materiales y conceptos de gestión de red. Como industria, los suministradores de teléfonos públicos vendían en todo el mundo millón y medio de unidades al año y atendían una base instalada mundial en torno a los diez millones de aparatos. La facturación mundial de la industria alcanzaba los 2.000 millones de euros. Como servicio, el teléfono público era el único medio de acceso a la red mundial de telecomunicaciones asequible para la mayoría de la población de los países en desarrollo. También en los países desarrollados era el medio básico de comunicación en muchos núcleos rurales y áreas de vacaciones. La extensa implantación de los teléfonos de pago en la vía pública, locales comerciales, hospitales, estaciones y aeropuertos proporcionaba, y aún lo hace, a la mayoría de la población el servicio de comunicaciones fuera del domicilio más económico, sencillo y accesible al usuario. Como negocio, el tráfico generado por los teléfonos públicos era, en mucho, superior al de un teléfono residencial y en consecuencia altamente atractivo para operadoras y revendedores de tráfico telefónico.

Liga modesta pero en absoluto desdeñable la de la telefonía pública en la que nuestra industria jugó y fue campeona, gracias, en primer lugar al empeño del primer operador de nuestro país, Telefónica, en proveer el mejor servicio



de teléfonos de pago en su mercado original y en las geografías en las que iba extendiéndose; en segundo lugar, a la política de innovación del operador y relaciones a largo plazo con la industria y, en tercer lugar, al esfuerzo y oficio de los responsables y trabajadores de ELASA, empresa que con distintas denominaciones en su historia (como consecuencia de sus cambios en el accionariado), será el hilo conductor en la narración de esta historia de éxito.

## Los inicios de ELASA: El oficio de aprender

Corría la primera mitad de los años 70. La Compañía Telefónica estaba sometida a un importantísimo esfuerzo de renovación y modernización del servicio, esfuerzo que no podría hacerse sin contar con un sector industrial capaz. Se necesitaban líneas de producción para hacerse cargo de los nuevos proyectos, también para disponer de segundas fuentes a los proveedores tradicionales en aquellas actividades que podían considerarse estratégicas o donde el recorrido de mejora de costes por la disponibilidad de proveedores alternativos fuera significativo. Telefónica, a través de la Subdirección General, a cuyo cargo estaba Miguel Carlos Moreno, encargada de los temas que hoy podríamos llamar de «innovación y política industrial». Esta Subdirección General tenía como responsabilidad el Centro de Investigación y Estudios (CIE), predecesor de la actual Telefónica I+D y del Departamento Industrial, encargado de establecer acuerdos con multinacionales y de las participaciones en filiales industriales. Al frente del Departamento Industrial se encontraba Clemente Giménez Armendáriz.

Telefónica había firmado un acuerdo de licencia con la empresa danesa GNT A (Great Nordic Telephone Automatic), ligada a otra compañía emblemática, LM. Ericsson, para el suministro y fabricación de unos modernísimos teléfonos de pago que sustituirían a los de fichas ubicados en cabinas de vía pública y recintos semivigilados que sólo permitían llamadas locales. Estos nuevos teléfonos constituían un gran avance porque admitían las monedas de valor en circulación (5, 25 y 50 pesetas) y permitían realizar todo tipo de llamadas nacionales e internacionales, automáticas y manuales.

Telefónica contaba con una filial industrial, «Hispano Radio Marítima», dedicada a la fabricación de equipos de radio. Esta filial tenía a su vez otra filial, «Radio Industria Bilbaína». En 1972 Radio Industria Bilbaína se ubicó en el Polígono Industrial de Malpica, ubicado a 15 kilómetros de la ciudad de Zaragoza, exactamente en la calle D número 98, en una gran parcela de 30.000 metros cuadrados.

A la empresa Radio Industria Bilbaína se le había dado el cometido de «poner a nuevo» los teléfonos de abonado que producía Standard Eléctrica en su fábrica de Málaga (CITESA). Estos eran los populares aparatos «Heraldo», que se siguieron fabricando hasta muy avanzados los años ochenta. También se reparaban y se ponían a nuevo los reconocidos equipos SATAI, igualmente de Stan-

dard Eléctrica. Hoy asombra pensar que «salieran los números» de todo el proceso de «poner a nuevo» los aparatos telefónicos básicos, pero así era. Las operadoras que lo hacían de forma industrial así lo habían demostrado y Armendáriz lo había visto en la Western Electric, de donde al parecer tomó la idea de replicar el proceso.

El caso es que la firma del contrato de teléfonos públicos con GNT A supuso la oportunidad para dar el salto en Radio Industria Bilbaína de taller a fábrica. Los primeros 2.000 teléfonos públicos fueron suministrados directamente desde Dinamarca y a partir de ahí la fabricación se realizaba en España bajo licencia de la empresa danesa. Radio Industria Bilbaína creó y creció en personal cualificado en los distintos aspectos de la producción: Laboratorio, Oficina Técnica, Compras, Control de Producción, Control de Calidad, Líneas de Ensamblaje, etc. Un grupo de trabajadores fue entrenado durante varios meses en Dinamarca para hacerse con el proceso de fabricación. La industria auxiliar que debía de proveer los críticos elementos mecánicos del teléfono público (la tentación de robar la hucha de las cabinas es consustancial a la telefonía pública y también la de hacer llamadas gratis, mucho antes que la Voz sobre IP y Skype) también tuvo que afrontar el correspondiente reto.

Al poco tiempo, allá por el año 1977 Radio Industria Bilbaína cambió su denominación por el de Electrónica Aragonesa, SA (Elasa). Esta empresa era la preferida de su administrador único y, como ya hemos dicho, director del Departamento Industrial de Telefónica, Armendáriz, que, original de un pueblo cercano, Alagón, procuraba proporcionarle cuantos proyectos estuvieran en su mano. El director de fábrica en aquel tiempo era José Peña Rosa, también de Telefónica.

Parece mentira cómo han perdurado hasta hoy, pero de aquella época vienen otras iniciativas que Telefónica trajo a España y todavía podemos encontrar sus herederos las señales de identidad de los proyectos originales: los terminales de medios de pago (datáfonos) y los sistemas de telealarma telefónica. Los primeros han hecho de España uno de los países donde las tarjetas y las transacciones electrónicas de medios de pago han sido más elevadas y también donde un grupo señalado de empresas que proveen servicios de telealarmas han extendido su actividad con este concepto fuera de nuestras fronteras, donde también son líderes.

Con la implantación del teléfono público GNT en las cabinas se demostró pronto que si los daneses eran unos excelentes profesionales innovando en comunicaciones, los españoles no lo eran menos en idear cómo acceder al dinero de la hucha o hablar gratis. La pequeña historia general de la telefonía de uso público está plagada de casos y anécdotas de métodos para robar y defraudar, pero en la nuestra, esa tenaz y permanente lucha por el ingenio entre los que buscan lo ajeno y los que tratan de impedirlo superó a los diseñadores daneses y en Telefónica y en Elasa tuvieron que luchar muy duro para mantener el servicio dentro de los exigentes parámetros de disponibilidad y rentabilidad.

La lucha contra el vandalismo, los robos y fraudes ha sido una de las claves por las cuales en España se adquiriera un saber hacer envidiable en telefonía de uso público y al trasvasar ese conocimiento a la industria hizo que ésta proveyera los equipos y soluciones de telefonía de uso público más seguros del mundo.

En la resolución de todas las incidencias provocadas por el vandalismo, los defraudadores y los robos de los primeros tiempos de la telefonía pública colaboró muy destacadamente el CIE, a través de su grupo de teléfonos de uso público, los departamentos técnicos y de operaciones de Telefónica y los técnicos de Elasa. Entre los primeros hay que destacar el equipo de pruebas y de diseño de la sección de De Pablos: Bizán y Nadela. De este último se decía que no había dispositivo antifraude que se le resistiera, cosa cierta para desesperación de los ingenieros electrónicos y mecánicos.

A finales de 1978 Telefónica inició un proyecto para comercializar teléfonos de pago en interiores. Estos teléfonos serían, en oposición a los de la vía pública, denominados «de titularidad propia», de titularidad ajena, es decir, explotados por los negocios en los que se instalarían, muy comúnmente en hostelería.

El desarrollo del proyecto se encargó en paralelo a Standard Eléctrica y a GNT A, la primera de ellas, de ser adjudicataria, lo produciría en Málaga, y en cuanto a la segunda lo fabricaría Elasa bajo licencia si resultase ganadora.

En la mentalidad de Clemente Armendáriz estaba la idea de que tanto si el nuevo teléfono ganador era el de GNT como no, la oportunidad era estupenda para que Elasa adquiriera nuevos conocimientos en teléfonos públicos. Así que siguiendo su método de salir fuera del país, ver y aprender, destacó a un grupo de ingenieros de Telefónica y de Elasa en Copenhague a lo largo de los años 1979 a 1981, período a lo largo del cual se prolongó el proyecto. Ese grupo estaba constituido por José Luis Corral, Roger Cedeño, Juan Romeo y Carlos Sánchez Sancho. Por parte de GNT A toda la compañía, pero especialmente su director comercial de exportación, Gunnar Nielsen, y el ingeniero responsable del proyecto, Peter Meyer, se portaron magníficamente con el equipo español.

El teléfono danés, cuyo nombre era «Scan Coin», constituía una verdadera joya tecnológica y de diseño en la época. El diseño nórdico que tan de moda está desde hace unos años en España ya era muy reconocido, bien que elitista, en esa época en electrónica de consumo (Bang Olufsen). Como principales novedades, además de su depurada estética y ergonomía, aportaba la utilización de teclado en lugar de disco de marcar, un validador de monedas totalmente electrónico y el control de las funciones lógicas mediante la utilización de un microprocesador CMOS de 8 bits (RCA 1802, proveniente de usos militares y espaciales). Todo el software ocupaba ¡512 bytes!

Del equipo «Scan Coin» se llegaron a realizar preseries y pruebas de campo en España pero nunca se fabricó al resultar adjudicatario el equipo de Standard Eléctrica, denominado TRM, en clave de Telefónica (Teléfono Regular de Monedas).

Con la frustración de no haber ganado el proyecto pero con un buen aprendizaje del que probablemente no eran conscientes, el equipo de Telefónica y Elasa volvió a España.

El primer director de Elasa, José Peña, murió prematuramente de un tumor cerebral y le sustituyó Carlos Paz López de Zuazu, hasta entonces jefe de sección en el Departamento Industrial. En este momento y en los años sucesivos Elasa era una fábrica con creciente capacidad técnica, dimensión ya considerable (alrededor de 350 personas) pero donde la estrategia y el control se ejercía desde el Departamento Industrial de Telefónica, con Armendáriz, su subdirector Félix Martín Bravo y los responsables de las distintas secciones, citamos entre ellos al ya mencionado José Luis Corral, Francisco Jiménez Carrizosa, Luis Sánchez Laulhé, Víctor Tapia y Pedro García.

En Zaragoza se fabricaban alrededor de 10.000 teléfonos GNT anualmente y en esos años la totalidad de la planta de Telefónica, unas 50.000 cabinas, fue renovada. La actividad industrial consistía en la fabricación de los teléfonos, su puesta a nuevo, la fabricación de repuestos y la reparación de módulos; en definitiva, un apoyo integral a la explotación del servicio desde la perspectiva industrial.

Como ya hemos dicho, el teléfono se iba transformando y mejorando continuamente gracias a las «aportaciones» de los amigos de lo ajeno y del equipo de especialistas en antivandalismo de Telefónica y Elasa. En teoría el CIE era el encargado de realizar las modificaciones de diseño para la mejora del producto, y así lo fue frecuentemente en varios de sus elementos electrónicos y mecánicos como el teclado, que sustituyó al disco de marcar, una cerradura electrónica y un blindaje extraordinario del recinto de monedas.

Aunque oficialmente en Elasa no se diseñaba, el equipo que volvió de Dinamarca no podía dejar de pensar y de forma semiclandestina acometió el diseño por sus propios medios de una nueva electrónica del teléfono de monedas dejando atrás la lógica cableada e introduciendo el microprocesador y un potente software de control que ocupaba ¡2 kbytes! La Dirección hizo como que no se enteraba, dado lo políticamente incorrecto del tema, pero tácitamente lo apoyó.

Resultó acertada la iniciativa, por más que no existiera oficialmente. En 1983, con una nueva moneda de 100 pesetas en la calle que prácticamente retiraba de la circulación a la engorrosa de 50 pesetas, el presidente a la sazón de Telefónica, Luis Solana, pudo ver en su visita a Elasa el funcionamiento del renovado teléfono que, aunque de su origen danés tenía ya poco, pasó a conocerse como inicialmente GNT 100 una vez se autorizó su fabricación y posteriormente, tras introducirle nuevas mejoras, TPP. La introducción de la moneda de 100 pesetas aumentó considerablemente los ingresos del servicio. Por aquel tiempo y según informaciones de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre se calculaba que un tercio de las monedas en circulación en nuestro país pasaba por las huchas de los teléfonos públicos.

*En Zaragoza se fabricaban alrededor de 10.000 teléfonos GNT anualmente y en esos años la totalidad de la planta de Telefónica, unas 50.000 cabinas, fue renovada*

Del nuevo modelo, realmente el primer diseño propio de Elasa, se produjeron alrededor de 100.000 unidades y resistió, con sucesivas modificaciones, más de 10 años en la calle hasta el advenimiento del nuevo proyecto auspiciado también por Telefónica del cual hablaremos en el siguiente apartado.

En aquella época Elasa sirvió únicamente sus productos a su matriz Telefónica y en el mercado nacional con la honrosa excepción del Principado de Andorra, cuyo Servei de Telecomunicacions también adquirió algunos GNT.

#### Cuadro 18.19. **Las razones de un pedido importante**

En los años setenta, si una empresa quería importar equipos debía solicitar a Sercobe un Certificado de excepción, mediante el cual se garantizaba que la industria española ni fabricaba estos equipos ni estaba en condiciones de hacerlo. Para ello, la Asociación de Bienes de Equipo enviaba una circular a las empresas posibles interesadas comunicando la petición que había recibido y preguntando por su interés en ofertar un producto nacional equivalente. Evidentemente, el interés y la reacción eran muy diferentes si se trataba de unas pocas unidades o de varios miles.

Cuando Telefónica se veía en esta situación solicitaba el correspondiente certificado, pero la Asociación no circulaba la solicitud por diferentes motivos. Al enterarse Amper de que Telefónica había importado teléfonos públicos de monedas de la firma danesa GNT Automatic A/S, presionó a Sercobe para que se tramitase la solicitud en la forma correcta, recibiendo por parte de Pedro Higuera, responsable entonces del área de electrónica de la misma, las garantías de que así se haría. Llegado el momento, la empresa presentó los datos correspondientes demostrativos de su capacidad para abordar un suministro nacional.

Transcurrido un tiempo sin tener más noticias del asunto, el responsable de la política industrial de Telefónica, JM Rebollo convocó una reunión a la que asistimos, entre otros, Armendáriz representando a RIB, de Zaragoza (empresa participada por Telefónica, que luego tomó el nombre de Elasa), y A. Peral y C. Rico representando a Amper.

En aquella época existía una fuerte protesta internacional, y de forma muy acusada en los países nórdicos, por las últimas ejecuciones llevadas a cabo en España. Eso dio pie a que Rebollo comenzase la reunión aduciendo razones políticas para no importar teléfonos públicos de GNTA. Se trazó un plan para fabricar dichos teléfonos en Radio Industria Bilbaína y en Amper.

El 11 de noviembre de 1975, Carlos López-Amor Albasanz, en nombre de la Compañía Telefónica Nacional de España, y Niels Husum-Sorensen, representando a

GNT Automatic firmaron dos contratos para la fabricación en España de aparatos telefónicos de moneda. En uno se autorizaba a CTNE o cualquiera de sus empresas para dicha fabricación, sin limitación de número. En el otro se autorizaba a Amper a fabricar 7.000 equipos con destino a la Compañía Telefónica, con una serie de cláusulas de exclusividad.

En base a ello, el 13 de enero de 1976 se firmó un acuerdo entre CTNE (representada por López-Amor) y Amper (representada por A. Peral) para la fabricación del teléfono público interurbano de 3 monedas, GNTA modelo AY2-14512. Posteriormente, el 31 de marzo de 1976, se modificó para que el teléfono fuese el modelo AY2-14502, también de tres monedas (5, 25 y 50 pesetas).

La caja del teléfono tenía que construirse en placa de acero de 5 milímetros de espesor, soldada sin interrupción, galvanizada y pintada en dos colores: gris claro y gris oscuro. La empresa Laguna de Rins de Zaragoza fue seleccionada para ello e hizo un trabajo muy brillante. Por otra parte, la picaresca española y cambios en las monedas obligaron a los Centros de I+D de CTNE y de Amper a introducir sucesivas modificaciones para evitar fraudes y prevenir actos vandálicos. Conservación, por su parte, hizo un minucioso estudio de los «trucos» utilizados. Todo ello fue la base para un importante *Know-how* español en la materia como se demuestra en los párrafos adjuntos. También se demuestra que la protesta de Amper ante Sercobe estaba justificada.

Con esta nota pretendo insistir en algo que he mantenido a lo largo de mi vida profesional: la principal razón para que la industria española de las telecomunicaciones no se haya desarrollado más radica en que, por comodidad o para no correr riesgos, se ha preferido importar productos existentes en el mercado internacional, sin analizar las posibilidades de la industria local y sin valorar las consecuencias de esas decisiones. Justo lo contrario del escenario existente en otros países desarrollados, donde la política de compras públicas ha sido el principal estímulo para la creación de tecnología propia.

En este capítulo queda demostrado que los que justificaban esas decisiones en falta de capacidad de la industria de nuestro país no tenían razón.

*César Rico*

## **El gran impulso. La entrada de Amper y el nuevo Teléfono Modular**

A finales de 1985 Telefónica se había fijado en Amper para pilotar el desarrollo del sector. La compró, sacó de su crisis y lanzó a Bolsa. Con Antonio López como presidente, Amper inició una etapa de considerable y desigual crecimiento. Al equipo de Antonio López se unieron ejecutivos del sector, como José Luis Adanero, Jesús Banegas y Luis Lada. Paralelamente el operador se fue deshaciendo de la gestión de sus participaciones industriales. En marzo de 1987 Amper compró Elasa por cerca de 1.200 millones de pesetas. Clemente Giménez Armendá-

riz, que continuaba al frente de la compañía como presidente, se jubiló. Amper tomó las riendas de la empresa comenzando una nueva etapa en Amper-Elasa.

Durante estos años el CIE había iniciado el diseño de un nuevo Teléfono Público que ambicionaba sustituir a los ya tradicionales GNT. El Centro tecnológico de Telefónica, que luego pasaría a ser una entidad jurídica separada de Telefónica con la denominación de Telefónica I+D, estaba dirigido en esa época por Juan Mulet. Hubo varios intentos infructuosos: el Teléfono Monedero Universal (TMU), el Teléfono Público Universal (TPU). En esos años se fue conformando una considerable experiencia en diseño por parte del equipo de I+D de Telefónica, otra de las claves del éxito de la telefonía pública en nuestro país.

No fue hasta prácticamente el año 1990 que dio a la luz el nuevo teléfono público de exteriores que, esta vez sí, desplazaría a los legendarios GNT. En ese año, el Grupo Amper se reorganizó en Divisiones de Negocio. La División de Comunicaciones Públicas, al frente de la cual se destacó a José Luis Adanero, se hizo cargo del negocio de la telefonía pública y de Amper-Elasa y de Amper-Datos como vicepresidente ejecutivo de ambas. José Luis Adanero incorporó a su organización como director de Tecnología y Planificación Tecnológica a Juan Romeo Zabaleta, que previamente había trabajado en Elasa, y que contribuyó de manera importante al desarrollo del negocio dentro de la División.

El nuevo Teléfono Modular tenía muchas potencialidades para convertirse en una estrella y así fue. El producto heredaba todo el bagaje acumulado por la experiencia del GNT y aprovechaba los adelantos que la tecnología había propiciado en esos años. Además el terminal era sólo uno de los elementos de una verdadera solución de Telefonía de Uso Público, en la que se incluía también un poderoso Sistema de Gestión, el SETM. Como principales características destacables, el Teléfono Modular admitía monedas (cualquier tipo de monedas, gracias a un moderno validador electrónico diseñado por la empresa navarra Azcoyen) y tarjetas (de tecnología chip, antecesoras entre otras de las actuales memorias SIM de los móviles, para uso prepago y de banda magnética para uso de crédito). Era posible disponer de versiones del Teléfono Modular de sólo monedas, sólo tarjetas o multimedia (tarjetas y monedas). Era telegestionable a través del SETM y su estructura mecánica y blindaje del compartimento de monedas lo hacían fuerte, poderoso, casi invulnerable con su blindaje de 12 milímetros y 50 kilos de peso.

En el equipo de desarrollo del Teléfono Modular participaron múltiples y magníficos profesionales de Telefónica, Amper, la propia Amper-Elasa y las empresas suministradoras. Reseñamos algunos de ellos. En Telefónica I+D, Francisco Ibáñez, Francisco Martín Nieto, José Mir, José Baquedano, Manuel López, José Nadela. En Elasa Germán Díaz e Isidro Parada; en las pruebas José Luis Yagüe y Julio Sebastián; en la explotación Heliodoro Gómez. Es realmente imposible citar todos los nombres.

La depuración en el campo del desarrollo del Teléfono Modular se llevó a cabo en la provincia de Murcia en 1989. En 1990 se fabricaron ya 6.955 Teléfo-

nos Modulares, en 1991 10.349 unidades y en el año emblemático para España de 1992 con las Olimpiadas de Barcelona y la Exposición Universal de Sevilla, la producción del Teléfono Modular fue muy intensa alcanzando las 20.937 unidades y así prosiguió durante toda la década de los noventa, primero para cubrir las necesidades de Telefónica en España y enseguida para el mercado exterior.

La entrada de Amper, el éxito del Teléfono Modular y la expansión en productos y mercados que expondremos más adelante multiplicaron el negocio de Elasa, que pasó a ser la «joya de la corona» del Grupo Amper. En los años previos a su venta a Amper, Elasa ingresaba escasamente 2.000 millones de pesetas al año. En 1989, con las primeras ventas del Teléfono Modular la facturación ascendió a 3.914 millones de pesetas. En 1992 se alcanzaron 9.450 millones de pesetas.

Paralelamente a la evolución del negocio fueron creciendo las capacidades técnicas y productivas de Amper-Elasa. La plantilla rondaba en aquellos años alrededor de 450 personas, el equipo de I+D superaba las 50 personas.

## **La expansión: Productos, clientes y mercado internacional**

La tecnología del Teléfono Modular y la capacidad de su Sistema de Gestión hizo posible la reutilización de los conceptos básicos del mismo y su derivación hacia nuevos productos que fueron conformando una gran familia y la solución más amplia y potente de la industria en aquellos años.

En su origen, el Sistema del Teléfono Modular estaba constituido por el propio terminal, diseñado principalmente para la vía pública, el Sistema de gestión o SETM, que recibía alarmas en tiempo real de los equipos en operación, era capaz de teleprogramar el software y parámetros del teléfono y sostenía los datos de la actividad y el negocio del operador: planta, operaciones, recaudación, informes. Adicionalmente contaba con elementos opcionales de red para disminuir los riesgos de fraude por interceptación de las líneas (las unidades UVI y UATM) y un centro para el tratamiento de las transacciones con tarjetas de crédito (CVF).

En 1991 se inició el desarrollo de nuevas versiones de terminales que compartían la tecnología y gestión del Sistema del Teléfono Modular. El primero de ellos era un teléfono para uso sólo con tarjetas: prepago chip y de crédito. La primera aplicación de este teléfono fue su utilización por los periodistas que seguirían los eventos deportivos de las olimpiadas de Barcelona. Por ello se denominó «Teléfono de Comentaristas». El segundo de los desarrollos consistió en una versión del Teléfono Modular de Tarjetas adaptada para su funcionamiento en medios de transporte público: ferrocarriles y ferrys. El 20 de abril de 1992, fecha de inauguración de la Exposición Universal de Sevilla, todos los trenes AVE disponían de un teléfono público a bordo. Este teléfono funcionaba con tarjetas y se conectaba con la red a través del servicio de telefonía móvil de Telefónica TMA 900, con nombre comercial «Moviline». El servicio se extendió posteriormente a todos



los modernos trenes de Largo Recorrido de Renfe y a algunos buques de pasajeros de Trasmediterránea.

Posteriormente se desarrolló una cabina telefónica totalmente autónoma, que podía instalarse en cualquier lugar... siempre que hubiera cobertura de móviles y buena luz diurna para alimentar sus placas solares. El aspecto de la cabina, con sus paneles desplegados era ciertamente espectacular.

Otro de los hitos en el desarrollo de productos consistió en el desarrollo de una versión muy simplificada del Teléfono Modular sólo monedas para uso en interiores, en 1992. Este equipo no se comercializó en España pero sí en el exterior.

En 1995 culminó el desarrollo de un nuevo elemento de la familia del Teléfono Modular, el denominado TMI (Teléfono Modular de Interiores) que venía a cubrir el segmento de equipamiento para las áreas semisupervisadas como centros comerciales, aeropuertos, hospitales, etc. Zonas en las que el uso del teléfono público era importante pero donde el Teléfono Modular para vía pública resultaba excesivo en protecciones y coste.

El TMI se concibió como un teléfono muy renovado en su diseño estético (línea más moderna y vanguardista que el Teléfono Modular) y en el uso de materiales (puerta inyectada en aluminio) pero compartiendo el software, interfaces y gestión de la familia de Teléfonos Modulares. Ello permitió la propagación y reutilización de todos los esfuerzos de desarrollo técnico para un mercado y producto a otros mercados y modelos, esencial para el crecimiento que tuvo lugar en esos años.

Adicionalmente a los productos fundamentales de la familia de teléfonos modulares, desde Amper-Elasa se proporcionaba un sinfín de repuestos para sustituir en el campo las piezas deterioradas por avería o, más frecuentemente, por vandalismo. Junto con los repuestos se proveían también equipamiento e instrumentación específicos para la instalación, mantenimiento e incluso semi-fabricación en los mercados de destino. El conjunto de referencias (elementos facturables de catálogo) que llegó a tener el sistema de teléfonos modulares superó el millar.

El salto al mercado exterior de la telefonía de uso público de Elasa estuvo motivada por dos factores clave: la voluntad exportadora del Grupo Amper y la expansión de Telefónica en Latinoamérica.

La primera operación exterior de venta de Teléfonos Modulares se materializó en Méjico en 1990, siendo los clientes los operadores incumbentes Telmex y su filial Telnor (que operaba en el noroeste del país). El Teléfono Modular apenas si había iniciado su andadura en España, así que el desarrollo de la versión de Méjico fue muy problemática y los equipos tuvieron que rehacerse *in situ* mediante equipos de trabajo destacados en el país, compuestos por técnicos cualificados de Amper-Elasa.

En 1991 se realizaron las primeras ventas al operador incumbente de Croacia, HPT, apenas meses antes de la desgraciada guerra civil que asoló la ex-repú-

blica de Yugoslavia. Existen imágenes de un Teléfono Modular retorcido pero perfectamente reconocible tras impactarle de lleno una granada.

En 1992 se suministraron los primeros Teléfonos Modulares a los operadores de Venezuela y Argentina, CANTV y Telefónica de Argentina, dos grandes mercados por el volumen de unidades suministradas.

En 1994 se realizaron importantes operaciones en Perú, con Telefónica del Perú, y Chile (CTC). En 1995 en Malasia (Malaysia Telecom) y China (Beihai). En 1996 en Singapur (SingTel), Portugal (Portugal Telecom) y Rusia (Operador de Moscú). Finalmente en 1997 se añadió como cliente el operador australiano Tels-tra, llegando el Teléfono Modular a las antípodas de su cuna.

El esfuerzo de transformación comercial, técnica y operativa para hacer frente al negocio internacional fue enorme. A mediados de los noventa no había concurso u operación comercial de telefonía de uso público en el Globo (con la excepción de Norteamérica y Japón) en la que Amper no estuviera presente. Hay contabilizados desarrollos de versiones del Teléfono Modular para ¡50 países!, desde Arabia Saudí hasta Venezuela, pasando por Filipinas, Indonesia, Pakistán, Reino Unido, Tailandia o Uruguay.

Fruto de la expansión internacional del negocio de telefonía pública con Amper, el número de Unidades fabricadas en Elasa, el volumen de ventas y beneficio siguió una senda de crecimiento constante:

- El número de teléfonos públicos fabricados creció hasta 27.518 unidades en 1993, 37.041 unidades en 1994, 53.320 unidades en 1995 y 93.048 unidades en 1996. La base instalada de Teléfonos Públicos en activo en todo el mundo suministrada por Elasa alcanzó el cuarto de millón de unidades.
- Las operaciones internacionales supusieron una facturación de 3.000 millones de pesetas en 1993, con un crecimiento constante hasta los 9.000 millones de pesetas de 1996. Mientras tanto las ventas nacionales eran de unos 6.000 millones de pesetas en esos años, lo cual alcanza un negocio conjunto de 15.000 millones de pesetas, cerca de 100 millones de euros.
- Los beneficios de Amper-Elasa fueron como mínimo el 10% de las ventas a lo largo del período.

El balance numérico fue a todas luces excepcional, en torno a un orden de magnitud, en el crecimiento durante los 10 años de participación activa de Amper en el negocio de la telefonía de uso público.

Las instalaciones industriales de Elasa se potenciaron sobremedida. En 1996 la fábrica contaba con una superficie construida de 17.180 metros cuadrados. Disponía de una línea de producción de Teléfonos Modulares controlada por ordenador capaz de producir siete modelos distintos simultáneamente y entregar

200 unidades en un solo turno, por supuesto hubo que arbitrar dos y hasta tres turnos. La fabricación de los elementos electrónicos se realizaba a través de tres líneas de montaje superficial de componentes (SMD) con capacidad de inserción de 10.000 elementos hora. El número de placas electrónicas era de 1.500 diarias. La fabricación de elementos plásticos se realizaba mediante seis inyectoras de gran potencia. Finalmente la empresa contaba con dos cabinas de pintura con capacidad de 1.000 unidades al día.

Además de las cifras de teléfonos públicos y de componentes señaladas antes, completa la visión de la continua actividad industrial el número de elementos suministrados para atender la planta instalada pues, como ya se ha dicho, los teléfonos públicos son grandes consumidores de repuestos, dado el ambiente frecuentemente hostil al que están expuestos. En 1996 se suministraban, como repuestos 100.000 microteléfonos, 40.000 lectores de tarjetas, 30.000 sistemas de monedas y 20.000 huchas, entre otros múltiples.

Tras semejante impulso al negocio ¿qué posición y participación en el mercado alcanzó Amper?

- En el mercado español, número 1, con el 100% de las ventas de teléfonos de exteriores y para recintos semivigilados, con un 75% del volumen de facturación del sector.
- En el mercado latinoamericano, número 1, con el 30% de la cuota de mercado en ventas.
- En todo el mundo un 7% de cuota, alcanzado o igualándose a los incumbentes europeos, como la francesa Schlumberger, la británica GEC-Plessey o la suiza Landis&Gyr.

La competencia de Amper, muy asentada y capaz en sus mercados de origen vio cómo la empresa española les ganaba terreno y arrebataba operaciones, llegando a temerla, en boca de alguno de sus responsables.

¿Qué decir de las personas que hicieron posible la expansión del negocio?, además de los ya mencionados en apartados anteriores, fueron innumerables y en la relación sucinta que vamos a hacer no están ni mucho menos todos los que se merecen figurar:

- Destacada participación tuvieron los clientes, empezando por Telefónica de España y su filial TTP, con directivos como Javier Aguilera, Francisco Ogén, Enrique Lucas y J. Martínez Almeida.
- En Amper, además de las personas ya citadas, cabe mencionar a Javier Prieto y a Antonio Fontanini, que impulsó las actividades del comercio internacional. En las delegaciones del exterior destacaron Fernando Alonso, al frente de Méjico, Antonio Sánchez Blanco y Felipe Cantón, en Argentina y Chile, Juan Seguí en Perú, Antonio González y Pío Haces,

en Venezuela, Nahib El Dik en Europa del Este, y Miguel Ángel Burgos en actividades de comercio interior y un largo número más de buenos y magníficos profesionales.

## **La madurez: Venta de Elasa a Siemens**

Con la llegada a Amper de Eugenio Vela, en sustitución de Antonio López, a finales de 1984, se inició un proceso de revisión de la estrategia del Grupo. Como resultado del mismo, tras un largo proceso de negociaciones, Amper vendió en diciembre de 1996 el 80% de su capital en Amper-Elasa a Siemens, SA, pasando a denominarse la empresa Siemens-Elasa. La compañía se valoró en algo más de 18.000 millones de pesetas. Posteriormente, Siemens compró el resto de las acciones de Amper e integró la empresa en su filial española, pasando a denominarse Siemens División Elasa. La venta de Amper-Elasa proporcionó a Amper una plusvalía superior a 17.000 millones de pesetas en los diez años que estuvo en sus manos; con ello Amper perdió un importante valor.

Siemens garantizaba la continuación del negocio de Elasa, incluso su potenciación, haciendo de la compañía el centro de excelencia mundial de la multinacional alemana en telefonía de uso público. La empresa alemana había sido pionera en la provisión de tarjetas prepago chip con destino a los teléfonos públicos y también abastecía al operador incumbente alemán con sus teléfonos públicos de tarjetas.

Durante un período de varios años, Amper continuó haciéndose cargo de los negocios internacionales de telefonía pública, a través de acuerdos de agencia y distribución con Siemens-Elasa.

Con Siemens-Elasa ha mantenido su actividad principal dentro de una organización multinacional de gran fortaleza y prestigio, acudiendo a nuevos mercados y desarrollando nuevos productos. No obstante, el estancamiento del negocio tradicional de telefonía de uso público, muy atacado, como otros negocios de comunicaciones fijas, por los móviles, ha requerido de los responsables de Siemens-Elasa la apertura de nuevas líneas de actividad y con ello Elasa sigue alimentando proyectos, ilusiones y puestos de trabajo... pero ésta es otra historia.

## **EL PLAN SACTA, UNA DECISIÓN ACERTADA**

No quiero concluir este capítulo sin destacar la importancia que tuvo la decisión de Aviación Civil al confiar en la industria nacional para el desarrollo de equipos de control del tráfico aéreo, pues consolidó una importante iniciativa para desarrollar tecnología española. Y nada mejor que recurrir al actual decano-presidente del COIT/AEIT, Enrique Gutiérrez-Bueno, para que nos narre su experiencia en Ceselsa (fue director de Relaciones Externas de 1984 a 1992), una de las empresas adjudicatarias del proyecto. Recogemos su testimonio en el cuadro 18.20.

#### Cuadro 18.20. **Ceselsa**

Corría 1977. Una empresa española, CECSA, dedicada en Barcelona a la fabricación de televisores, participaba como subcontratista, desde su fábrica de Torrejón (Madrid), en el Programa Combat Grande, dedicado al proyecto, instalación y mantenimiento del sistema de Defensa Aérea español de entonces. El contratista principal era la multinacional norteamericana Hughes Aircraft Corp.

Coincidiendo con la fase final del contrato que vinculaba a CECSA con el Ministerio de Defensa español, Enrique Masó, presidente de la compañía, busca nuevo responsable para esta División madrileña. Encarga el trabajo de selección a Egon Zender, pero será su amigo Manuel Soto quien propone a José Antonio Pérez-Nievas, al que había conocido en un reciente viaje por EEUU, en el que Soto estaba promocionando las inversiones americanas en nuestro país. Tras varios meses de negociación, Enrique Masó contrata, como responsable del diseño de la estrategia futura y como director general del negocio para Defensa y en Madrid, a José Antonio Pérez-Nievas, quien traslada su residencia de EEUU a Madrid.

Terminado finalmente, en 1978, el Programa Combat Grande, CECSA queda con 70 personas en sus instalaciones de Torrejón, y sin trabajo.

Su nuevo responsable entiende que el núcleo de ingenieros que habían colaborado con Hughes durante cinco años en la instalación y mantenimiento del sistema de defensa aérea tenían los conocimientos y la experiencia suficiente como para acometer proyectos en solitario. Propone al Consejo de Administración un ambicioso plan de actuación basado en el desarrollo de producto y tecnología propia como continuación al camino iniciado.

Para ello cuenta con un buen equipo de ingenieros como Felipe Tejerina, Francisco Escartí, Antonino Martínez Sarandeses, Pedro García Vega, Alberto López, Matías Anegón, Regino Moranchel, entre cerca de 20, a los que más tarde seguirán muchos más.

Se produce, entonces, un conflicto con la representación de los trabajadores, que entiende que ese camino entraña mucho riesgo y que tiene más garantía la fabricación bajo licencia para terceros, con cuya idea también coincidían parte de los accionistas. No obstante, el Consejo de Administración de CECSA otorga su confianza al nuevo primer ejecutivo, marcándose dos años para valorar si el camino seguido es, o no, el adecuado.

Durante esos años, los accionistas de CECSA se mantienen ajenos, tal y como se había garantizado, al día a día de la gestión del equipo que dirige José Antonio Pérez-Nievas, que se vuelca en el desarrollo de aplicaciones y sistemas para la navegación, en línea con lo que hasta entonces habían venido haciendo... con tecnología de otros.

#### **Líderes en control de tráfico aéreo**

En concreto, se centra la actividad en el desarrollo de pequeños sistemas para Aviación Civil, empezando con avanzados sistemas de proceso automático de planes

*El plan SACTA nace en un momento en que había, o parecía haber, industria española con capacidad tecnológica propia en la materia, una empresa con deseos de demostrarlo, y unas inversiones públicas importantes e ineludibles en la ordenación del tráfico aéreo en nuestro país*

de vuelo que son bien recibidos por los usuarios en España, y en especial por la Dirección General de Aviación Civil.

Pasados dos años, y comprobado que el camino era viable y rentable, el Consejo de Administración de CECSA decide independizar la División de la compañía que operaba en Torrejón, creándose en 1979 una nueva empresa, con el nombre de CECSA Sistemas Electrónicos SA, a la que se dota con un capital de 500 millones de pesetas, y de la que se nombra a José Antonio Pérez-Nievas presidente director general.

Acaba de nacer lo que más adelante sería Ceselsa, y uno de los dos pilares que hicieron posible la creación de la actual Indra Sistemas, SA.

El año, 1980, supone la primera prueba de que el modelo empresarial elegido es viable a mayor escala, con la contratación del desarrollo e instalación del Sistema de Control de Tráfico Aéreo de Sevilla, que incluye 4 radares secundarios, desde el que se controlaba todo el tráfico del sur de la Península.

El proyecto, por un monto total de unos 450 millones de pesetas, se lleva a cabo sin socio tecnológico y resulta un éxito. Es cuando Ceselsa desarrolla los primeros radares secundarios y consolas de radar de su después dilatada historia en este terreno.

A continuación, se proyecta desde Aviación Civil lo que será el sistema global de control de tráfico aéreo español: el Plan SACTA (Sistema Automatización y Control Tráfico Aéreo).

El plan SACTA nace en un momento en que había, o parecía haber, industria española con capacidad tecnológica propia en la materia, una empresa con deseos de demostrarlo, y unas inversiones públicas importantes e ineludibles en la ordenación del tráfico aéreo en nuestro país.

Podía haberse hecho fuera, pero se hizo en casa y la decisión fue un éxito. Tras una dura negociación, el Gobierno decide adjudicar el contrato del SACTA a Ceselsa (60%), y a la empresa pública Inisel (40%).

Por otro lado, el Gobierno crea una ingeniería, que ubica en el Ministerio de Defensa, para controlar y validar, de forma continua, el desarrollo de los contratos, lo que supone el nacimiento de Isdefe.

El Plan SACTA, es decir, el control de tráfico aéreo español coordinando los Centros de Control de Madrid, Barcelona y Sevilla, finaliza en 1984, con el rotundo éxito de un modelo: es posible utilizar los grandes proyectos de compras públicas de Defensa y Aviación Civil para impulsar empresas españolas que desarrollan tecnología y productos propios, con autonomía y sin depender de terceros.

Al final del año 1984, Ceselsa cuenta ya con 394 empleados, de los que 172 son ingenieros.

En 1984, la matriz de Barcelona, CECSA, dedicada a la fabricación de electrónica de consumo, entra en suspensión de pagos, mientras que su filial CECSA Sistemas Electrónicos SA, mantiene una evolución de resultados bastante saneada. El hecho de que los clientes de esta última confundan a ambas empresas lleva muchas veces al error de hacerles pensar que también la empresa ubicada en Torrejón estaba en suspensión de pagos, lo que exige un cambio de nombre en esta última, que pasa a denominarse Ceselsa.

### **La entrada en un nuevo mercado, el de simulación**

En 1984, Ceselsa aplica la misma táctica a otra área de actividad: la simulación. Ese año, el Ministerio de Defensa envía a todas las empresas registradas en este ámbito una circular notificando la decisión de comprar al extranjero, mediante concurso, simuladores para los aviones C-101 de CASA, dado que nadie los fabricaba en España. Se trata de un documento obligatorio y rutinario en aquellos tiempos, necesario para justificar las importaciones de la Administración. En Ceselsa, que nunca había desarrollado simuladores, el documento despierta un alto interés. Se contesta al Ministerio solicitando algo de tiempo para estudiar la cuestión, y, al cabo de dos semanas, se responde afirmativamente, comprometiéndose al desarrollo y fabricación de esos simuladores en España.

Se produce un escepticismo generalizado, los competidores de Ceselsa arguyen que Pérez-Nievas y su equipo están yendo demasiado lejos, y se inicia una dura batalla por este primer concurso, en el que, entre otras cosas, CASA, fabricante de los aviones, advierte que si Ceselsa lo hace, ellos también, y, retractándose, se presentan al concurso.

A favor de Ceselsa está el buen prestigio generado con el éxito del SACTA y la positiva valoración que, desde el entonces Ministerio de Defensa, se tiene de la empresa y de su modelo de gestión.

Al final, el concurso, que queda restringido a CASA y Ceselsa, es adjudicado a esta última, y CASA ofrece nula colaboración.

En el ínterin, Ceselsa ha conectado con unos asesores en simulación en EEUU, que se comprometen a dar un curso de inmersión tecnológica acelerado en la simulación de aviones a un equipo de ingenieros españoles que se desplazan un mes a Estados Unidos.

Ese conocimiento adquirido es lo que lleva a Ceselsa a saber ganar el concurso y lo que le permite avanzar con más rapidez y seguridad en la ejecución del mismo, sin licencias de terceros.

Los dos simuladores objeto del contrato son entregados y, de nuevo, con la aceptación y a plena satisfacción del cliente, el Ejército del Aire.

Consecuencia de ello, en 1986, Ceselsa logra el contrato de dos simuladores para los F-18, que ya asciende a la importante cantidad de 5.000 millones de pesetas, en el contexto de lo que se denominaba plan FACA, que el Ejército del Aire había contratado a McDonnell Douglas.

De nuevo lo consigue en dura competencia, esta vez con la del propio fabricante de los aviones, que no quiere perder esta parte del negocio. Pérez-Nievas y su equipo se desplazan, con la inestimable ayuda del representante en España de McDonell Douglas, Ricardo Fuster, a San Louis, donde vencen el escepticismo de la empresa americana, y demuestran, con sus conocimientos de la materia, sus posibilidades reales de ser contratistas principales con capacidad tecnológica propia.

Ello, más el apoyo en España de los responsables del programa FACA, lleva al desbloqueo del conflicto y a su total colaboración para el desarrollo en España, con la condición de que Ceselsa subcontrate a McDonell Douglas un 12% del contrato. Finalizados los simuladores de vuelo del F-18 con éxito, proyecto de enorme complejidad técnica, Ceselsa empieza a ser reconocida como potencia mundial en este terreno.

En 1988 se hace cargo de los simuladores del avión de despegue vertical Harrier para el Ministerio de Defensa español; es adjudicataria de más simuladores para la US Navy e inicia, con la experiencia y el respeto ganado, las largas negociaciones para ser contratista principal de los simuladores del futuro avión de combate europeo, trabajo después ya realizado por Indra.

### **Actuaciones en Guerra Electrónica**

Otra de las áreas estratégicas en Defensa es la Guerra Electrónica.

El prestigio adquirido hasta entonces por Ceselsa en el Ministerio de Defensa anima a su presidente a incorporar esta actividad a lo que ya empezaba a ser un grupo industrial.

Para ello, Ceselsa compra Electrónica Ensa en 1983, que centrará su actividad en el desarrollo de Radiogonometría, Receptores de interceptación y análisis, Perturbadores, Alertadores de amenazas, Radar, etc. En esta división del Grupo que fue Ensa se proyectaron y fabricaron toda clase de Equipos y Sistemas en Radiofrecuencia y en Microondas para vehículos del Ejército de Tierra y Policía, aviones del Ejército del Aire y barcos de la Armada, acabando por desarrollar una tecnología propia que posibilitó la independencia del extranjero en los complicados y confidenciales sistemas de guerra electrónica españoles.

### **El mejor momento y la colaboración con la Universidad**

En el momento de máxima actividad en el Grupo Ceselsa, a finales de los años noventa, se facturaba más de 20.000 millones de pesetas, se daba trabajo a 1.300 trabajadores, de los que 750 eran titulados e ingenieros, y se mantenía una muy importante actividad en I+D, tanto con sus propios recursos como con la Universidad que, por dos veces consecutivas, premió a Ceselsa por ser la empresa más innovadora. De hecho, una característica diferencial de Ceselsa que merece resaltarse por lo poco frecuente en el panorama empresarial del país, fue la importante, y sobre todo sostenida en el tiempo, relación con los grupos universitarios que trabajaban en



ámbitos tecnológicos emergentes ligados a las aplicaciones de las TIC en la defensa y seguridad, en especial en las Escuelas de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid y Barcelona y, con menor intensidad, en la de Aeronáuticos de Madrid. Estas colaboraciones, además de favorecer el elevado nivel científico y tecnológico que actualmente tiene nuestra Universidad en esas áreas, contribuyeron a que Ceselsa fuera puntera en alguno de sus productos, lo que le abrió nuevos mercados. Por ejemplo, fue una de las primeras empresas que introdujo el procesado monopolso (desarrollado conjuntamente con la ETSI de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid) en sus sistemas radar para control de tráfico aéreo, consiguiendo un producto nacional con unas precisiones en la localización de blancos muy superiores a las de los sistemas de sus competidores.

### **El nacimiento de Indra**

Hasta 1990, los diferentes gobiernos, y sus ministros de Industria, habían mantenido una posición de objetividad ante un problema que iba creciendo. Los contratos de que se alimentaba Ceselsa eran generados por el propio Estado que, al tiempo, era accionista de la otra empresa que actuaba en el sector, la empresa pública Inisel, directo y feroz competidor de Ceselsa.

Con ambas empresas compitiendo por los mismos mercados, mientras que Ceselsa había apostado por la independencia tecnológica frente a terceros, Inisel defendía, con pocas excepciones, la fabricación en España de productos con tecnología de otros.

Esa competencia entre una y otra empresa a la hora de adjudicar contratos públicos se manifestaba cada vez más difícil en base al éxito y reconocimiento que la independencia tecnológica de Ceselsa, y sus eficaces resultados, estaban generando.

La entrada en el gabinete como ministro de Industria de Luis Carlos Croissier empezó a cambiarlo todo. El nuevo ministro apostó por el impulso de la empresa pública, y el Gobierno intervino forzando la fusión entre las dos empresas, lo que se consumó siendo ministro Claudio Aranzadi.

Tras un primer y fallido intento, la presión del Gobierno fue tan grande que, para conseguirlo, deja sin contratos a ambas empresas durante casi dos años. Finalmente, la fusión se produce en 1992 y supone el nacimiento de la actual Indra, que se mantiene fuertemente posicionada en los mercados internacionales en las áreas de actividad que Ceselsa aportó a la fusión, con el *know-how* y la tecnología que en los más de 20 años de vida se acumuló.

Podemos afirmar que una gran aventura empresarial permitió el nacimiento de otra. Pero que sin la gran apuesta que inició José Antonio Pérez-Nievas en 1979, lo que hoy representa Indra en todo el mundo, de la que tenemos que estar orgullosos, no hubiera sido posible.

*Enrique Gutiérrez-Bueno*





**Cuarta parte**  
**LA FORMACIÓN**  
**EN TELECOMUNICACIONES**



# HISTORIA DEL PROCESO

*Vicente Miralles*

## INTRODUCCIÓN

Un estudioso de la Historia de las Telecomunicaciones española ha escrito que habría que considerar al Brigadier Mathé, del que se ha hablado en el capítulo 1, como director del Ramo de Telégrafos entre 1844 y 1864, el primer Ingeniero de Telecomunicación. Estimamos muy acertada la sugerencia, a pesar de que la titulación oficial con ese nombre no aparecería en España hasta muchos años después de su fallecimiento. Insistiendo en esta idea, en el capítulo 22, dedicado a los precursores españoles, José María Romeo ha incluido unos comentarios míos en ese sentido.

Porque la historia de las telecomunicaciones se presenta como un campo técnico en expansión constante. Durante más de dos siglos, si recordamos las experiencias de Salvá de 1795, esa historia ha sido la sucesión y yuxtaposición de redes técnicas. En las primeras etapas se solapan y yuxtaponen sin anular la nueva red a la anterior. Posteriormente, a esta yuxtaposición sucede la integración. Así vemos que a la etapa de la telegrafía óptica le sigue la telegrafía eléctrica, que permite la mundialización de las telecomunicaciones. A esta red telegráfica se añaden más tarde las redes telefónicas, que si bien inicialmente tienen un carácter local, pronto dan paso a las comunicaciones interurbanas y más tarde a las internacionales.

Con la llegada de la radio a principios del siglo xx y la invención de la válvula electrónica por Lee de Forest en 1906 se inicia una etapa trascendental en la historia de las telecomunicaciones. Las válvulas termoiónicas permitían amplificar las señales, aumentando el alcance de los transmisores de radio, beneficiándose a su vez la recepción por la amplificación de las señales recibidas en los receptores. A las transmisiones radiotelegráficas iniciales, que resolvieron el problema de las comunicaciones marítimas y de algunos enlaces fijos a gran distancia, se unió la radiodifusión hacia 1920. Mediante el proceso de modulación se hicie-

ron posibles los sistemas de alta frecuencia por líneas aéreas y cables, que permitían multiplicar el número de comunicaciones por un par de hilos, con lo que la red telefónica pudo hacerse verdaderamente mundial al tiempo que la radiodifusión cambiaba hábitos de vida en la sociedad, culminados con la televisión posteriormente, que empezaría también siendo local para hacerse después nacional y finalmente mundial al utilizar los satélites geoestacionarios.

También las centrales telefónicas, que en España aparecen en 1883 de tipo manual, pasaron en los años veinte a ser automáticas de tipo mecánico para, posteriormente, con la aparición de los transistores y la microelectrónica, ser de tipo electrónico. Esos mismos transistores permitirán la realización de los satélites de telecomunicaciones, que se unirán a los cables submarinos de gran capacidad, con amplificadores sumergidos, primero de válvulas, luego transistorizados y más tarde, con la llegada de las fibras ópticas, electroópticos, para conseguir la red telefónica mundial con la que habían soñado los pioneros del último cuarto del siglo XIX, y que hoy la telefonía móvil ha hecho posible en condiciones que ni los más atrevidos soñadores de hace algunas décadas hubieran podido siquiera imaginar.

Si entre los nombres mundialmente conocidos de las personas que jalaban estos desarrollos, Morse, Hughes, Baudot, Graham Bell, Marconi o Lee de Forest, por citar sólo los más conocidos, no figura ningún español, no se debe a nuestro juicio a la ausencia de personas valiosísimas e ilustradísimas entre los sucesores de Salvá, Betancourt o Mathé, sino a la falta de apoyo que tradicionalmente tuvo la ciencia aplicada en España, cuyos gobiernos las más de las veces se conformaron con solemnes declaraciones a favor de la Ciencia o la Instrucción Pública, sin poner los medios para favorecer su desarrollo, frente a otras necesidades más o menos apremiantes.

La Historia de las Telecomunicaciones española, que siempre situó a nuestro país en los últimos puestos entre las naciones europeas en cuanto a desarrollo de las redes, penetración de los servicios y reconocimiento oficial de su función social, se inicia tardíamente, padece después agobiantes restricciones presupuestarias en la explotación telegráfica, se convierte luego con la llegada del teléfono en una renta del Estado que dificulta su desarrollo, para recorrer el siglo XX repartida entre múltiples explotaciones raquílicas y antieconómicas, siempre en perjuicio del país.

Sin duda hubiera podido ser de otra forma si las circunstancias políticas —guerras civiles y coloniales, pronunciamientos, alternancia de partidos gobernantes—, económicas —penurias de la Hacienda pública y retraso en la dotación de otras infraestructuras y en la industrialización del país— y sociales —deficiente instrucción pública, agricultura de subsistencia, caciquismo— en que nacieron y se desarrollaron durante muchas décadas hubieran sido distintas.

Aquí vamos a referirnos al papel que jugó la formación en telecomunicaciones, iniciada institucionalmente con la creación en 1852 de la Escuela de Telegrafía Eléctrica, y continuada después con diversos nombres a lo largo de un siglo

en el que no sólo las técnicas, sino principalmente su manejo, dio lugar a la consolidación de un grupo profesional, con una cultura técnica que en resumen se refiere a la gestión y explotación de redes de transporte de signos, sonidos, imágenes y datos. Desde el principio y hasta nuestros días esta técnica comprende aparatos transmisores, receptores, líneas de transmisión, relevadores y repetidores para contrarrestar el debilitamiento de las señales, nodos de encaminamiento para dirigir estas señales a su destino y procedimientos de codificación de la información, desde los iniciales del telégrafo óptico hasta los más recientes de compresión y autocorrección de señales digitales.

## CREACIÓN DE LA ESCUELA DE TELEGRAFÍA ELÉCTRICA

Aun cuando en los primeros años cincuenta del siglo XIX se seguía en España la construcción de telégrafos ópticos bajo la dirección de Mathé, los adelantos en la telegrafía eléctrica en Europa, que éste había tenido ocasión de comprobar en el viaje para el que había sido comisionado por el Gobierno, redactando una completa Memoria en la que recomendaba la implantación del nuevo sistema, dieron lugar a la promulgación del Real Decreto de 7 de octubre de 1852 que disponía el «establecimiento en esta Corte de una enseñanza teórico-práctica de telegrafía eléctrica, que comprenderá todo lo relativo a su teoría científica, al establecimiento de las líneas, y al uso y manejo de los aparatos e instrumentos que se emplean para su servicio».

Como se deduce de este texto, la Escuela tenía un carácter exclusivamente técnico, para la construcción de las líneas y el manejo de los aparatos, reconociendo su carácter científico. Más adelante, la explotación telegráfica real con carácter público haría ver otras necesidades administrativas y de organización, que añadirían nuevos aspectos íntimamente relacionados con la explotación del telégrafo.

Es fácil imaginar que aun cuando los primeros alumnos serían los jefes más capacitados y animosos de la red de telegrafía óptica, oficiales del Ejército e ingenieros civiles colaboradores de Mathé, había que definir los trazados de las nuevas líneas, estudiar los materiales a utilizar —postes, alambres, aisladores, pilas, protecciones, aparatos telegráficos, etc.—, situar y montar las Estaciones con sus ramales de entrada en las poblaciones elegidas, y redactar los Reglamentos para el servicio eléctrico, materias todas ellas absolutamente inéditas en España, y de las que no existían antecedentes salvo algunos libros extranjeros o el *Tratado de telegrafía eléctrica* publicado por el teniente coronel de Ingenieros Ambrosio Garcés de Marcilla, que había viajado por toda Europa, desde Suecia hasta Grecia y Turquía, comisionado por el Ejército, y construido varias líneas de telégrafo militar en Barcelona.

El aparato telegráfico cuyo manejo se enseñaba en esta primera escuela de telegrafía eléctrica, instalada en la Torre del Buen Retiro, que había servido

de cabecera en un primer momento para la línea de telegrafía óptica a Valencia, era el Cooke-Wheatstone de dos agujas, sistema de recepción visual como en la telegrafía óptica, que sería sustituido en 1857 por el Morse, cuyo uso se iba imponiendo en la Europa continental. En 1856 existía en la calle de San Vicente una Escuela de manipulación según la *Revista de Telégrafos*, que seguramente era ya para la práctica del sistema Morse.

Inexplicablemente, el artículo séptimo de la Ley de 22 de abril de 1855 suprimió la Escuela en estos términos: «Queda suprimida la Escuela que para telegrafistas tenía establecida el gobierno, y tanto los estudios de que han de ser examinados los que aspiren a esta nueva carrera como el orden de antigüedad con el que en ella han de ascender, y cuanto sea relativo al mejor servicio, se fijará en el Reglamento especial del Cuerpo».

Pero el Reglamento, que se publicó el 2 de abril de 1856 menciona las materias de que consta el examen para ingresar en el Cuerpo, añadiendo que los que resultasen aprobados se dedicarán durante un año al estudio de las prácticas del servicio y administración del Cuerpo en la Dirección de Sección a que se les destinare. Parece que al redactar este primer Reglamento ya se consideraba suficiente el conjunto de técnicos que habían de organizar y dirigir el Cuerpo, y se pensaba más en la práctica de los aparatos y conocimiento de las normas de régimen y servicio interior del Cuerpo de Telégrafos. Por otra parte, en esa fecha la construcción de las líneas telegráficas estaba aún a cargo del Ministerio de Fomento<sup>1</sup> aunque los Pliegos de Condiciones los redactaba el Cuerpo de Telégrafos dependiente de Gobernación. Esta anomalía, que dio lugar a bastantes problemas al recibir Telégrafos las líneas construidas por contrata bajo la dirección de Fomento, terminó en abril del año siguiente cuando las construcciones telegráficas pasaron a depender de la Dirección General de Telégrafos, en el Ministerio de la Gobernación.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que en aquella época para ser admitidos a las pruebas de ingreso, los solicitantes, además de un certificado de buena conducta expedido por la autoridad competente y no tener tacha legal ni impedimento físico, habían de presentar una relación de los estudios realizados y ocupaciones desempeñadas anteriormente. Existían dos grupos de personal: el que podríamos llamar técnico destinado a las categorías superiores del escalafón, y el que habría de cubrir los puestos de operador en las estaciones, con

---

<sup>1</sup> Este fue el nombre inicial del Ministerio de Gobernación al constituirse en noviembre de 1832 como Secretaría de Despacho de Fomento con competencias sobre Policía general, Instrucción pública, Agricultura y Obras Públicas, entre otras. En mayo de 1834 pasó a llamarse del Interior y en diciembre de 1835, al extender su ámbito a las provincias ultramarinas, de Gobernación. Sería en marzo de 1847 cuando se crease el Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, quedando Correos, Telégrafos y Minas en Gobernación, aunque el mismo año pasarían Correos a Hacienda y Minas a Comercio.



*En esa fecha la construcción de las líneas telegráficas estaba aún a cargo del Ministerio de Fomento aunque los Pliegos de Condiciones los redactaba el Cuerpo de Telégrafos dependiente de Gobernación*

---

requisitos de ingreso más sencillos. Para el primer grupo podían ingresar directamente sin examen los «individuos procedentes de los cuerpos de Artillería, Ingenieros y Estado Mayor, los del Cuerpo General de la Armada y los Ingenieros de caminos, canales y puertos, los de minas, los de montes y los industriales que hubiesen terminado su carrera en el instituto especial».

Hay que suponer que existiría en alguna forma un Centro donde estos militares e ingenieros civiles completasen su formación en la técnica y administración telegráficas, para ocupar los puestos de Inspectores y Subinspectores a fin de continuar el establecimiento de las líneas y la organización de los servicios. Porque la realidad es que entre 1858 en que se terminó la red radial inicial y 1864, se siguió con el estudio y construcción de numerosas líneas poligonales, encargándose cada tramo a un Director o Subdirector del Cuerpo. También se nombraron los responsables de los estudios de los cables submarinos del Estrecho y de las Baleares, que se tendieron bajo su dirección entre 1859 y 1861. Y el 26 de junio de 1860 se nombró al subdirector Juan Ravina para estudiar el establecimiento del cable telegráfico con las Islas Canarias comenzando sus trabajos el 1 de agosto siguiente y finalizándolos el primero de enero de 1861. Y por Real Orden de 16 de mayo de 1863 se nombraba al inspector general López de Ochoa y al subdirector García Rivero como representantes de España en el Congreso internacional que había convocado en París el gobierno francés para el tendido de un cable transatlántico según el proyecto presentado por Balestrini, que partiendo del cabo de San Vicente en Portugal, y pasando por Cádiz, Mazagán (Marruecos), Madeira (Portugal), Canarias, San Luis y Cabo Verde, cruzaría el Atlántico apoyándose en las islas de San Pablo, Fernando Noroña y Las Rocas, para alcanzar el continente americano en el cabo San Roque (Brasil) desde donde seguiría a las Guayanas francesa, inglesa y holandesa para llegar a las Antillas, y desde Puerto Rico, Santo Domingo o Haití a Cuba y atravesando el golfo de Méjico terminaría en Nueva Orleans. Así se conseguiría que, exceptuando los dos tramos más largos, de 1090 y 950 km, ningún otro llegase a los 600 km.

Pero España no llegó a firmar el Convenio, que tampoco interesó a Inglaterra ni a Holanda porque ya en 1859 el Gobierno español había adjudicado al americano Perry la concesión de un cable entre Cádiz y Cuba con un recorrido parecido, que no llegó a establecerse, como tampoco tuvieron éxito otras propuestas parecidas en las que se enfrentaban las opiniones de Gobernación y Ultramar.

Aunque el cable de Balestrini no llegó a tenderse, la contribución de los telegrafistas españoles a este proyecto, que publicó el citado subdirector Ravina en varios artículos de la *Revista de Telégrafos*, junto a los tendidos terrestres y sub-

marinos en la red española —4.000 kilómetros entre 1858 y 1864, abriendo 39 nuevas estaciones sólo en 1863— dan idea del alto nivel de formación técnica y capacidad organizativa que poseían los telegrafistas españoles, conseguida sin duda en el estudio y la práctica de la construcción de líneas y cables.

El Real Decreto de 24 de febrero de 1864 que establece la división del territorio nacional en cuatro distritos telegráficos cambia el nombre de los hasta entonces llamados Directores de Línea, y dice en su artículo sexto que «uno de los inspectores de distrito residentes en Madrid será jefe de la Escuela de Subdirectores del Cuerpo. Sus atribuciones y deberes se marcarán en el Reglamento especial para la misma».

Y en otras disposiciones contemporáneas se recoge: «han sido nombrados telegrafistas terceros los alumnos de la Escuela práctica don Víctor Galbán y Pérez, don... », de tal modo que cabe deducir que en aquella fecha existían o se creaban dos escuelas, una para estudios superiores, los facultativos, y otra para los subalternos facultativos.

## EL REAL DECRETO DE 16 DE DICIEMBRE DE 1864. EVOLUCIÓN POSTERIOR

Como ya se ha citado en el capítulo 1, el 16 de diciembre de 1864 se publicaron dos Reales Decretos relacionados entre sí, uno relativo al material y otro al personal. Este último hace referencia, como también se ha señalado, a la Academia especial del Cuerpo, nuevo nombre que recibe la hasta entonces Escuela de Subdirectores, en la que obtendrán el título de ingeniero segundo los aspirantes al Cuerpo de Telégrafos, una vez adquiridos los conocimientos que el reglamento de la Academia exija. Y añade el artículo 11: «Siempre que los adelantos de las ciencias o las necesidades del servicio lo requieran se harán en los programas de la Academia las modificaciones necesarias, a propuesta de la Junta superior facultativa del Cuerpo».

Cuadro 19.1. **Plan de Estudios de la Academia según el Reglamento de febrero de 1865**

<b>Primer año</b>	Cálculo diferencial e integral. Descriptiva, Sombras, Perspectiva, Topografía. Física general, Dibujo e Inglés.
<b>Segundo año</b>	Ampliación de Física con especialidad a la electricidad y magnetismo. Mecánica racional y aplicada. Química general. Dibujo, Inglés y Alemán.
<b>Tercer año</b>	Materiales de construcción. Telegrafía. Economía política. Derecho administrativo y Legislación del Cuerpo. Física. Aplicaciones de la electricidad y magnetismo. Química aplicada. Ensayos químicos. Dibujo y Alemán.

El plan de estudios, que ya presuponía el conocimiento de muchas materias de las que se examinaba a los solicitantes de ingreso que no aportaran otros títulos facultativos militares o civiles, incluido el idioma francés, parecía suficiente para llevar a cabo la construcción de la red y la organización del servicio, y desde luego muchos de los integrantes de las primeras categorías facultativas del Cuerpo podían presumir de tenerlos por ser ya ingenieros civiles o militares, o los habían adquirido por otros medios. Aunque algunos de los ya Inspectores o Subdirectores no tenían esa preparación científica, lo que provocaba las naturales suspicacias, además del disgusto de otros facultativos subalternos —los telegrafistas— que veían así cerrada o muy difícil su promoción a las categorías superiores.

Por estas y otras razones que ya se han expuesto en el capítulo 1, esta Academia y Plan de Estudios para obtener el título de Ingeniero de Telégrafos no prosperaron y no llegó a salir la primera promoción de ingenieros segundos. El Reglamento se volvió a modificar en junio de 1866, volviendo a la escala única y suprimiendo los ingenieros primeros y segundos, ingresándose en el Cuerpo por la clase de telegrafistas segundos.

Puede comprenderse el desencanto que la nueva situación produjo entre los telegrafistas con mayor formación e inquietudes técnicas, que veían cómo la Administración les negaba su capacidad científica y se desentendía de contar con un Cuerpo de facultativos superiores en electricidad, como era su aspiración y para lo que se habían formado en el estudio y la práctica. Sin embargo la situación no desanimó a muchos de ellos, que en los años siguientes y a pesar de la inestabilidad política que llevó a la Revolución de septiembre de 1868, siguieron acudiendo a las Exposiciones internacionales para conocer los últimos adelantos, publicando libros sobre telegrafía y electricidad e inventando perfeccionamientos para los equipos y materiales en uso.

La aparición del teléfono en 1876 despertó nuevas inquietudes entre los telegrafistas, siempre atentos al progreso. En 1878 se había creado en Francia la Escuela Superior de Telegrafía, que tras dos años de estudios otorgaba el título de subingeniero (*sous-ingénieur*), destinado a las funciones esencialmente técnicas del telégrafo y el teléfono. Los candidatos habían de tener entre 20 y 30 años, salvo que ya pertenecieran a Correos y Telégrafos recientemente fusionados por iniciativa de los postales, en aras de unas pretendidas economías. Debían poseer una licenciatura en ciencias, es decir, detentar un diploma que les permitiera enseñar en una Universidad, o ser diplomados de la Escuela Politécnica o de las Escuelas especiales de Minas, Caminos, Forestales, etc., y realizar un duro examen de ingreso que comprendía Física, Química, Dibujo, Matemáticas, Inglés y Alemán, entre otras materias.

Consciente de la dificultad del ingreso en la Escuela Superior, la propia Administración creó una Escuela preparatoria para los empleados que llevaran al menos dos años de servicio, lo que permitió que fueran mayoría los empleados

jóvenes que llegaron a alcanzar la titulación y funciones de ingeniero. También se admitieron alumnos libres no funcionarios, e incluso extranjeros, como oyentes, que podrían conseguir el título aunque ello no les supondría obtener automáticamente un puesto en la Administración. Ya se verá más adelante cómo España seguía esta pauta aunque con cuarenta años de retraso.

El 1 de marzo de 1878 se abrió la Exposición Universal de París, cuyo pabellón de los electricistas estaba dedicado exclusivamente a la telegrafía, siendo el Servicio de Telégrafos el principal expositor. Y el 5 de febrero de 1879 se creó en Francia el Ministerio de Correos y Telégrafos, que bajo la dirección de Adolphe Cochery, director de los servicios postales y telegráficos y promotor del Cuerpo de Ingenieros de Telégrafos y de sus Escuelas superior y preparatoria, consiguió en 1880 la asignación por la Cámara de Diputados de 300.000 francos para una Exposición Internacional de Electricidad y un Congreso de Electricistas patrocinado por su Ministerio, que tuvo lugar en agosto de 1881, y al que acudieron todos los constructores de aparatos telegráficos, que ocuparon la parte más importante de la Exposición, y otros representantes de la naciente industria eléctrica, predominando las empresas dedicadas al alumbrado eléctrico.

Asistió a la Exposición y Congreso una discreta representación española, obteniendo Orduña una medalla de plata por su procedimiento de telegrafía dúplex, y Bonnet otra por su micrófono de gran rendimiento; y una medalla de bronce José Galante, por su libro *Mediciones eléctricas*. Pero los constructores de equipos telegráficos franceses, alguno de los cuales era también telegrafista, obtuvieron 14 medallas de oro, muchas más de plata y sólo 3 de bronce.

No sabemos si el ministro de la Gobernación Venancio González, o el director general de Telégrafos, Cándido Martínez, que desde luego no han pasado a la Historia como impulsores de las telecomunicaciones, relacionarían estas notables diferencias entre Francia y España en el medallero con la situación a la que había conducido a las telecomunicaciones españolas la acción de los gobiernos en las dos décadas anteriores. Probablemente atribuirían la diferencia al chauvinismo francés o a una represalia por la derrota española de Napoleón. Y el resto de las medallas, hasta 50 de oro, 200 de plata y 500 de bronce, seguramente se habrían concedido a familiares y amigos de Cochery, como era natural.

Para colmo, en vez de ingresar en el Tesoro francés el beneficio de 30.000 francos que dejó la Exposición, lo dedicó el ministro a crear el Laboratorio Central de Electricidad, al frente del cual se puso a un subingeniero de la Administración y, en colaboración con la Sociedad Internacional de Electricistas, los fabricantes y los miembros de la Academia de las Ciencias, se convirtió en una oficina de normalización de las medidas eléctricas, ensayo de aparatos industriales, aislantes, pilas y máquinas de alumbrado, y recibiendo estudiantes para la práctica de medidas eléctricas.

Entretanto, los ministros de la Gobernación en España seguían ocupándose del Orden Público, de la Guardia Civil, de la Beneficencia, de la Sanidad, de

*El 1 de marzo de 1878 se abrió la Exposición Universal de París, cuyo pabellón de los electricistas, estaba dedicado exclusivamente a la telegrafía, siendo el Servicio de Telégrafos el principal expositor*

la Administración local, de los Teatros y la Prensa, etc., y tal vez encontrarían algún rato todos los meses para ocuparse de la telegrafía, la telefonía o la electricidad, tan relacionadas con aquellas otras tareas menores. Y menos mal que esta situación sólo duró 130 años.

En esos años del último tercio del siglo XIX los telegrafistas tenían que conseguir su preparación o su progreso técnico por cuenta propia, mediante el estudio o la asistencia a las academias que preparaban para el ingreso en Telégrafos, o en las Escuelas Especiales, siendo muchos los telegrafistas que lograban los títulos de ingeniería civil y frecuentemente abandonaban Telégrafos en busca de un porvenir más brillante. Aunque la vocación telegráfica era tan importante que no cejaban en su lucha por conseguir que se estableciese una moderna y efectiva Escuela Superior de Telégrafos (véase cuadro 19.2).

**Cuadro 19.2. Editorial de la revista *El Telegrafista Español*. Revista general de Electricidad, n.º 162, 23 de enero de 1893**

«... Otro de los medios conducentes al para nosotros anhelado adelanto y progreso de Telégrafos, y también bosquejado en el Proyecto de ese Reglamento durmiente, es la creación de la Escuela de Telégrafos; plantel de jóvenes que han de reemplazarnos y traer, con nueva sangre, nuevas ideas y mayores conocimientos, ahora que la ciencia eléctrica empieza a mostrar sus múltiples, ignorados y valiosos recursos en todas las esferas, abriendo dilatado campo a los ardores, tan nobles como laudables, de la generación que viene. Dicha Escuela, con Profesores encanecidos así en la práctica como en el estudio, será valladar contra la ignorancia y más aún contra los manejos de hábiles sujetos que en las academias hallaron la mina para redondearse, y será amparo del pobre, que careciendo de pesetas y de influencia, sea rico en lo que a la postre aprovecha más: la suficiencia y el talento para explotar los veneros del saber. Esa Escuela proporcionará contingente de verdaderos telegrafistas y evitará la mayor parte de los abusos que en toda buena obra ocasionan las miserias de unos pocos, a la vez que servirá de acicate al que con fuerzas se halle para el estudio y desarrollo del ramo que tan ilustres sabios han honrado...»

Y en el n.º. 194 de 23 de septiembre del mismo año insistía:

«... en presencia del progreso que la Electricidad va proporcionando de día en día, a cuantas aplicaciones e industrias lleva su eficaz cooperación, y entre las cuales las comunicaciones eléctricas figuran en primera fila, resulta ya nuestra Corporación telegráfica, con sus arcaicos programas de estudios y con su conato de Escuela de Aplicación, un anacronismo viviente».

En 1892 se había redactado y enviado al Consejo de Estado un Proyecto de Nuevo Reglamento del Cuerpo de Telégrafos, cuyo artículo 44 disponía que los candidatos aprobados en el ingreso al Cuerpo *facultativo* de Telégrafos, que se haría mediante examen de oposición cuyos aprobados pasarían a la *Escuela teórico-práctica* de Telégrafos, de *indispensable creación*. Previo pago de las matrículas cursarían durante cuatro años las materias que se señalaban, que completaban una carrera superior semejante a las ingenierías civiles, con particular énfasis en la telegrafía, telefonía, geografía y Derecho administrativo. Pero este proyecto, el *durmiente* al que se refería *El Telegrafista español*, una vez más no prosperó, posiblemente porque su proponente, el director general de Correos y Telégrafos, Federico Arrazola, sólo duró cinco meses, aunque su sucesor, Javier Ugarte, mejoró la marca permaneciendo exactamente 14 días.

No desfallecían los telegrafistas, que todavía en noviembre de 1893 insistían en la creación de la Escuela Superior de Electrotecnia, recordando que en 1880 la Sociedad Británica de Ingenieros Telegráficos había añadido para indicar mejor su constitución y objeto «y Electricistas» y que desde 1889 se llamaba Institución de Ingenieros Eléctricos.

### Cuadro 19.3. **Del Reglamento para el régimen y servicio interior del Cuerpo de Telégrafos (año 1900)**

Escuela de aplicación.—Art. 267. Las obligaciones de los alumnos en la Escuela serán las siguientes:

- 1.<sup>a</sup> Los alumnos guardarán a sus Jefes y Profesores-Instructores, obediencia y respeto; sus faltas de subordinación serán severamente corregidas;
- 2.<sup>a</sup> Durante las horas de clase los alumnos observarán la mayor moderación y compostura, y no se ocuparán de cosa alguna extraña al objeto de la enseñanza;
- 3.<sup>a</sup> Los alumnos permanecerán trabajando en la Escuela cuantas horas se les ordene;
- 4.<sup>a</sup> Los alumnos que sin causa previamente justificada hicieren cinco faltas totales de asistencia, serán expulsados de la Escuela, siempre que sus circunstancias favorables de adelantos en la instrucción no inclinen a la Dirección General a permitirles continuar en ella, permutándose aquel correctivo con el de trabajos extraordinarios;
- 5.<sup>a</sup> Los alumnos cuyas faltas totales de asistencia no llegaren a cinco, serán también corregidos con trabajos de recargo;
- 6.<sup>a</sup> Los alumnos que no se hallaren en la Escuela en el momento de pasar lista, cuyo acto tendrá lugar, dada la hora de entrada, antes de comenzar las clases, cometen falta de puntualidad; tres faltas de puntualidad equivalen a una falta de asistencia total; la falta de puntualidad se convertirá en falta total de asistencia si el alumno no llega a la clase media hora después de haberse pasado lista;

7.<sup>a</sup> Los alumnos que asistiendo a sus clases con puntualidad no hicieren, sin embargo, progresos visibles a causa de su desaplicación serán también corregidos;

8.<sup>a</sup> Los alumnos que causen el menor deterioro en los aparatos y demás efectos de la Escuela, serán severamente corregidos, sin perjuicio de exigirles, además, el importe de los daños causados, y

9.<sup>a</sup> Los alumnos que cometan alguna o algunas de las faltas de que hablan las obligaciones anteriores, que no sean de las que motivan la expulsión de la Escuela serán corregidos con reprensiones privadas, verbales o por escrito, o reprensiones públicas verbales, delante de sus compañeros o con permanecer en la clase trabajando las horas extraordinarias que el Inspector Jefe de la Escuela les señale.

## LA ESCUELA GENERAL DE TELEGRAFÍA, ORIGEN DE LA ETSI (1913)

En 1909 se discutió en las Cortes el Proyecto de Ley para la reorganización de los servicios de Correos y Telecomunicación, del 12 de marzo, que dio lugar a numerosos debates entre diputados del Gobierno y de la oposición, que en boca del diputado Vincenti solicitaba el 27 de mayo la creación de la Escuela Superior Electro-técnica, de la que saldrían los ingenieros telegrafistas, apoyado el día siguiente por Moret, que además abogó por que se crease un Ministerio de Comunicaciones. Pero el ministro de la Gobernación, La Cierva, consideraba que la Escuela Superior podría ser un signo de cultura —no era su problema— pero no la consideraba necesaria argumentando que el personal de Telégrafos estaba completamente capacitado para realizar su misión. Sin embargo, finalmente la Ley de 14 de junio de 1909 autorizaba al Gobierno para llevar a cabo la creación de los estudios superiores de Telegrafía, como expresaba la Base 18.

Pero aún tuvieron que pasar cuatro años para que la escuela superior fuese una realidad. Probablemente la reorganización de las enseñanzas, que prácticamente no existían, en la que seguía siendo la Escuela de Aplicación, que se limitaba a realizar los exámenes para el personal de nuevo ingreso, su entrenamiento práctico en los aparatos telegráficos y las pruebas de suficiencia en los exámenes de ampliación que debían realizar los oficiales de Telégrafos para poder promocionar en su momento a las categorías superiores, tuvo que ver con la llegada de la radiocomunicación.

La Real Orden de Gobernación de 21 de octubre de 1911 decía textualmente: «En vista del creciente desarrollo que va adquiriendo la telegrafía sin hilos y estando próxima la apertura de algunas estaciones radiotelegráficas SM el Rey (qDg) se ha servido disponer se cree en esa Dirección general de su digno cargo un nuevo Negociado con la denominación de “Radiotelegrafía”, el cual

tendrá a su cargo todo cuanto con dicho servicio se relacione, así como la Escuela de Radiotelegrafía, apertura de estaciones, cuentas con la Compañía concesionaria y cuantas incidencias se originen con este servicio».

Esta «Escuela de Radiotelegrafía» no llegó a constituirse, aun cuando existían algunos centros militares y privados para la preparación de operadores de radiotelegrafía. Pero la Conferencia de Radiocomunicaciones de Londres, reunida tres meses después de la catástrofe del Titanic, aunque no estableció la obligatoriedad de disponer de equipos de radio a bordo de los buques —ya los tenían en aquellas fechas 1.964 barcos mercantes de los que unos sesenta eran españoles, abiertos al servicio público, y otros 800 de las marinas de guerra, ocho de ellos de nuestra Armada— obligó a que los países firmantes expidieran los certificados oficiales de los operadores de radio, lo que conllevaba la impartición de las enseñanzas correspondientes. El Convenio había de entrar en vigor el 1 de julio de 1913.

Por esta razón el preámbulo del Real Decreto de 8 de junio de 1913 dice que «el acuerdo del último Congreso de Radiotelegrafía celebrado en Londres impone a España la creación de una Escuela Oficial donde se expidan los certificados de suficiencia para la manipulación de este moderno sistema de telecomunicación». Es la primera vez que en una disposición oficial española aparece el término «telecomunicación» que ya se utilizaría en las sucesivas disposiciones oficiales, como el Reglamento Orgánico del Cuerpo de Telégrafos de 1915<sup>2</sup>. En las reuniones que se tuvieron para la redacción del Decreto se propuso que el título que recibirían los que aprobasen los estudios superiores fuese el de «ingeniero», pero pareció más prudente, para no originar controversias con otras ingenierías, mencionar solamente el «título correspondiente».

La Escuela, con el nombre de Escuela General de Telegrafía, se dividía en tres secciones. Primera: Elemental de Radiotelegrafía. Segunda: De aplicación para el ingreso en el Cuerpo de Telégrafos. Tercera: De estudios superiores.

El Plan de Estudios incluía como novedad la radiotelegrafía. Y los reglamentos orgánicos del Cuerpo de Telégrafos, de 23 de octubre de 1913 y 23 de febrero de 1915, establecían como condición para el ascenso a Jefes de Sección de tercera clase, el escalón siguiente a oficiales primeros, haber realizado los estudios superiores en la Escuela General. Este requisito motivó una fuerte polémica entre muchos telegrafistas, que lo encontraban excesivo y de imposible cumplimiento para la mayoría, y que veían así limitada su carrera en la Corporación. La situación se complicó aún más cuando el Real Decreto de 22 de abril de 1920,

---

<sup>2</sup> El término «telecomunicación» lo atribuyen los franceses a Edouard Estaunié, ingeniero director de la Escuela Superior del PTT a principios del siglo xx, aunque más conocido como escritor. El término fue definido y se consagró internacionalmente en la Conferencia de Madrid de 1932, que creó la Unión Internacional de las Telecomunicaciones, UIT.



*El preámbulo del Real Decreto de 8 de junio de 1913 dice que «el acuerdo del último Congreso de Radiotelegrafía celebrado en Londres impone a España la creación de una Escuela Oficial donde se expidan los certificados de suficiencia para la manipulación de este moderno sistema de telecomunicación»*

---

del que nos ocuparemos seguidamente, instituyó el título de Ingeniero de Telecomunicación para los que aprobasen los estudios superiores. La paz no se lograría hasta finales de 1920, cuando por Real Decreto de Gobernación se aclaró que la aprobación de las materias de la Ampliación, más reducidas que los estudios superiores, y que podría hacerse por asignaturas durante los 20 años siguientes al ingreso en el Cuerpo de Telégrafos, permitiría todos los ascensos.

En el período comprendido entre 1913 y 1920 se realizaron solamente tres concursos-oposición entre oficiales de menos de 30 años de edad, y al menos dos de antigüedad en la práctica de todos los aparatos telegráficos en uso, a los que concurrieron 130 aspirantes, generalmente titulados o estudiantes de otras carreras técnicas o de ciencias, que vieron la oportunidad de ser rebajados de servicio para dedicarse a esos estudios superiores.

La primera promoción, cuya fotografía se exhibe en la Sala de Profesores de la Escuela de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid, la constituyeron por orden de puntuación Luis Alcaraz, Luis Valdés (fallecido prematuramente), Fernando Labrador, Lauro de las Cuevas, Ramón María Sigüenza, José Barona, Ernesto Barrio, Alberto Fernández-Pintado, Francisco Fernández-Pintado, Rafael Palma, Emilio Novoa, Jesús Sancristóbal, Eduardo Riza, Fidel Rodrigo Serna, Juan Antonio Monroy y Tomás Fernández-Rivero (fallecido en 1924 siendo Jefe de Construcciones en Cáceres).

Esta primera promoción fue la que redactó el Plan de Telefonía Nacional de Francos Rodríguez en 1917, al que se ha hecho mención en el capítulo 2, y parte de ellos fueron designados en junio de 1920 para estudiar, y posteriormente realizar, el traslado de la Central de Telégrafos al Palacio de Comunicaciones, que se había edificado en la plaza de Cibeles y que muchos soñaban con que fuese la sede del deseado Ministerio de Comunicaciones.

## **LA ESCUELA OFICIAL DE TELEGRAFÍA (1920). PRIMERA PROMOCIÓN DE «TELECOS» (1921)**

El paso definitivo para la creación de la carrera de Ingeniero de Telecomunicación se dio con la promulgación del Real Decreto de 22 de abril de 1920, impulsado por el entonces director de la Escuela, Ignacio González Martí, catedrático de Física de la Universidad Central y veterano telegrafista (había ingresado en 1876, recién cumplidos los 16 años, y obtenido el doctorado en Ciencias Físicas en 1879), que había

sido *rescatado* para la dirección de la Escuela en 1919. Este ilustre telegrafista super-numerario y renombrado catedrático, miembro de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, promotor de notables iniciativas en la Facultad de Ciencias de Madrid, y autor de numerosas memorias y publicaciones científicas, fue el autor material de la reforma del Reglamento de la Escuela que estableció el Real Decreto citado, y a él se debe la denominación del título de Ingeniero de Telecomunicación, que la propia Junta Consultiva del Cuerpo de Telégrafos proponía que fuera de «*Ingeniero de Telégrafos y Teléfonos*». No hay duda del acierto de aquella elección, que hoy nos parece normal pero que en aquella época resultaba muy avanzada.

El Decreto que, como consta en su preámbulo, tenía el propósito de «colocar el nivel científico de los telegrafistas españoles a la altura de los que en otros países ostentan títulos análogos, y capacitar a sus poseedores para estudiar, plantear y resolver los más arduos problemas de la telecomunicación», cambió el nombre de la Escuela por el de Escuela Oficial de Telegrafía.

Nuevamente establecía tres grados de estudios: Elemental, para la formación de los operadores de radiotelegrafía, radiotelefonía y los auxiliares y oficiales del Cuerpo de Telégrafos; Medio, para la formación de los oficiales técnico-mecánicos, que venía a ser una titulación de grado medio, adecuada para los anteriormente llamados Jefes de Reparaciones, y Superior, para la formación de Ingenieros de Telecomunicación.

Anualmente se anunciarían convocatorias para un cierto número de plazas en los grupos medio y superior, a las que podrían concurrir los oficiales que tuvieran menos de 35 años y acreditaran dos años de servicio en aparatos morse, hughes y baudot.

La disposición transitoria segunda autorizaba a expedir el título de Ingeniero de Telecomunicación a los que tuviesen aprobados los estudios superiores del Plan de 1913, lo que dio lugar a una solemne entrega de títulos en el ya inaugurado Palacio de Comunicaciones, el 22 de abril de 1921, a 26 ingenieros de aquella primera época. En dicho acto celebrado bajo la presidencia del ministro de la Gobernación, el ingeniero Sigüenza contestó al discurso del director general, Conde de Colombí, expresando su agradecimiento por el galardón concedido, haciendo votos por que se hiciera realidad el Plan de Telefonía Nacional redactado a propuesta del director general, siguiendo la línea de extender la telegrafía y la telefonía a todo el país, utilizando los modernos teleimpresores, las centrales telefónicas automáticas, la pupinización de las líneas y los repetidores que resolviesen el problema de la telefonía a larga distancia. Solicitaba la implantación del Laboratorio de Telecomunicación, ya creado en el papel, y que permitiría disponer de los equipos necesarios para los estudios y prácticas a realizar, así como la definición de las funciones del ingeniero dentro de la Administración, que no podían reducirse a ser Jefes de Línea, sino extenderse a la redacción y firma de proyectos, incluidos los de las comunicaciones a distancia, que debían pasar a manos del Estado. Necesitaban ponerse en contacto con las administraciones e indus-

*La disposición transitoria segunda autorizaba a expedir el título de Ingeniero de Telecomunicación a los que tuviesen aprobados los estudios superiores del Plan de 1913, lo que dio lugar a una solemne entrega de títulos en el ya inaugurado Palacio de Comunicaciones, el 22 de abril de 1921, a 26 ingenieros de aquella primera época*

---

trias extranjeras para investigar lo que en ellas se hacía y adoptar sus progresos. Y conseguir el nivel científico y social de los demás ingenieros, para no resultar una ingeniería de segunda especie.

En buena medida las palabras de Sigüenza, que fueron recogidas taquígraficamente y publicadas en *El Telégrafo Español*, recogían las aspiraciones de los nuevos ingenieros en relación con su carrera, que consideraban solamente iniciada, como base de una formación que les permitiera ir poniendo al servicio del país los progresos de la telecomunicación. Y muy discretamente anticipaba algunas de las dificultades para el ejercicio de sus funciones que ya se adivinaban en aquel momento (véase cuadro 19.4).

**Cuadro 19.4. De la carta publicada en *El Telégrafo Español* el 15 de junio de 1920, firmada por Luis Alcaraz y otros ingenieros —Clarà, Fernández-Pintado, Gea, Moñino, Novoa, Riaza y once más**

Todos nosotros llegamos a la Escuela, la mayor parte desde provincias, con la ilusión de adquirir los conocimientos y la preparación necesaria para poder en su día, con nuestras pocas aptitudes, pero mucha fe y entusiasmo, contribuir al desarrollo y progreso de la Corporación a la que pertenecemos. No hemos tenido nunca la pretensión de ser más aptos que los demás, pero veíamos que servicios reputados de esenciales estaban mal atendidos, porque la mayor parte de nuestros compañeros, agotados por el penoso esfuerzo diario, no podían ponerse en condiciones de desempeñarlos y comparábamos con pena nuestra Corporación con sus similares del extranjero. Creíamos servir mejor al Cuerpo en que habíamos puesto nuestros entusiasmos juveniles, dedicándonos al estudio al que nuestras aficiones nos llamaban; pero en vez de dedicar nuestras horas libres a estudios de especialidades que con el tiempo nos hubieran alejado de una Corporación a la que ya habíamos tomado cariño, hemos preferido hacer estudios de aplicación en nuestra profesión; a sabiendas de que el ambiente de miseria que aquí ha reinado siempre impediría que obtuviéramos las ventajas y consideraciones que con el mismo trabajo habríamos conseguido haciendo en su lugar estudios aplicables en otra profesión.

El curso 1921-22 para los estudios superiores con arreglo al nuevo Plan, para el que se habían convocado 10 plazas, se inició con 6 alumnos, que termi-

*La reorganización de la escuela sistematizaba también los estudios de Radiocomunicación en su nivel que podríamos considerar medio, creando el título de Perito de Radiocomunicación*

---

naron sus estudios en 1925. Esta fue la primera promoción de la que podríamos llamar época moderna de la Escuela, y realizó sus estudios en la vivienda que se había habilitado en 1916 en la calle de Recoletos, con unas instalaciones bastante precarias por tratarse de una residencia familiar. Las promociones siguientes, hasta el cambio de nombre a Escuela Oficial de Telecomunicación en 1930, serían también de 6-8 ingenieros.

Un acontecimiento muy importante vino a alterar la situación de los ingenieros de Telecomunicación. En los primeros años veinte, a la precaria situación de la telegrafía derivada de muchas décadas de insuficiencia presupuestaria y vaivenes políticos, se añadía la calamitosa situación de la telefonía, con un servicio urbano e interurbano escaso, deficiente y caro, con listas de espera interminables a las que no se atendía por falta de recursos en las redes explotadas por el Estado, y por la próxima caducidad de las concesiones de las compañías privadas.

Los Planes de Telefonía Nacional proyectados en 1917 por Francos Rodríguez y en 1921 por el conde de Colombí, con intervención de los ingenieros de Telecomunicación, que incluían la caducidad anticipada de todas las concesiones telefónicas y la sustitución del anticuado y heterogéneo material existente por una red moderna e integrada, no habían podido llevarse a cabo.

En noviembre de 1923 el Centro Telegráfico Español, que agrupaba a buena parte de los telegrafistas e ingenieros, redactó y publicó una Memoria que estudiaba profusamente la situación española en telegrafía y telefonía, la reversión al Estado de los servicios telefónicos y radiotelegráficos y la necesidad de la autonomía administrativa para la mejor organización de los servicios. Cuando la Junta directiva del centro acudió a saludar al general Primo de Rivera, presidente del directorio militar, para ofrecerle su adhesión y simpatía al movimiento que éste representaba, el General, sin subterfugios ni vacilaciones, les lanzó la siguiente pregunta: «¿qué opinan ustedes de ese proyecto de telefonía de una casa norteamericana?». Se refería naturalmente al proyecto que le había entregado personalmente la víspera el coronel Behn, presidente de la ITT, y que los telegrafistas conocían desde que en abril anterior la ITT lo había presentado a la opinión pública.

Sorprendidos por pregunta tan directa e inesperada, contestaron que recibían de la sinceridad del proyecto, que veían muchos aspectos positivos en el mismo, aunque también grandes reparos en otros aspectos. Primo de Rivera les dijo que estudiaría con mucho interés el tema, y les convocaría para una reunión ulterior cuando lo hubiera hecho, para finalmente tener un estudio completo antes de legislar sobre la materia.

Parece ser que el proyecto de la ITT, que conocían los telegrafistas desde su presentación en abril por el ex jefe de centro de Telégrafos, Pedro Pérez Sánchez, ahora supernumerario, y las aclaraciones de Mr. Proctor, preveía que la ITT construiría en España una red completa de líneas y centrales modernas, resolviendo totalmente el problema de las comunicaciones urbanas e interurbanas. El Gobierno le entregaría, para su mejora y reconstrucción, todas sus propiedades telefónicas y las de sus concesionarios, bien por caducidad o por rescate anticipado. El Plan se supone que se completaría en ocho años, al término de los cuales el Estado explotaría completamente la red, abonando a la Compañía el total de lo gastado, que se cifraba en 1.200 millones de pesetas.

Este tema se trata más ampliamente en el capítulo 2, citándose aquí solamente por su relación con el hecho de que si ya desde los primeros años veinte algunos ingenieros de Telecomunicación habían pasado a supernumerarios en el Cuerpo de Telégrafos para entrar al servicio de empresas telefónicas, a partir de la adjudicación del servicio telefónico a la Compañía Telefónica Nacional de España, el éxodo fue casi masivo. De los 29 ingenieros que figuran en el escalafón de 1926 catorce estaban ya en situación de supernumerarios y de los restantes otros seis habían abandonado también la Administración en 1935. Y lo mismo ocurrió con las nuevas promociones desde 1925, que encontraron además en Standard Eléctrica SA y en la naciente radiodifusión perspectivas más prometedoras.

No fueron pocos lo que, además, ampliaron estudios en el extranjero, sobre todo en la Escuela Superior de Electricidad de París, como Moñino, Clará, Ríos Purón, Gea, Cáceres, Sagrario, Martínez González, Budi, Maffei, Vidal o Fernández Casado, este último también Ingeniero de Caminos.

## **LA ESCUELA OFICIAL DE TELECOMUNICACIÓN. EL ACCESO LIBRE**

Por Real Decreto de 20 de septiembre de 1930 se reorganizó la Escuela, que a partir de entonces se llamaría Escuela Oficial de Telecomunicación, y que seguiría ocupándose de la formación del personal de Telégrafos, introduciéndose la novedad de que a los estudios de Ingeniero de Telecomunicación podrían concurrir los españoles o extranjeros que fueran expresamente autorizados por la Dirección General, dentro de las limitaciones que se establecerían en cada convocatoria.

Con esto la Escuela, además de recoger ya en su nombre el término Telecomunicación, superando los anteriores de Telegrafía, se homologaba con las restantes escuelas de ingenieros, que aunque habían nacido para el servicio de la Administración Pública, pasaron posteriormente a ser centros de formación de carácter abierto. Algo semejante aunque en menor escala a lo que había hecho en Francia la Escuela Superior de Telegrafía cuarenta años antes.

La reorganización de la escuela sistematizaba también los estudios de Radiocomunicación en su nivel que podríamos considerar medio, creando el título de Perito de Radiocomunicación. Pero parece que no hubo convocatorias para

estos estudios, que por otra parte nacían en un período muy crítico de la historia de España y de bastante indefinición de la posición de la Administración en la radiocomunicación, más próxima a la regulación e inspección del sector que a su explotación con personal propio.

## EL REAL DECRETO DE 8 DE ENERO DE 1931, DE ATRIBUCIONES PROFESIONALES

Consolidados ya los estudios de ingenieros de Telecomunicación, y acreditada la profesión por las sucesivas promociones, y su reconocida labor en la extensión y mejora de los servicios telefónicos a través de la Compañía Telefónica Nacional de España y de la industria de telecomunicación abanderada por Standard Eléctrica, faltaba la determinación y concreción con carácter oficial de las competencias y atribuciones que debían asignarse a los Ingenieros de Telecomunicación, más necesarias ahora que se facilitaba el acceso al título a personas ajenas a la Administración. A tal fin se promulgó el Real Decreto de 8 de enero de 1931, que se reproduce en el cuadro 19.5, y que en sus ocho artículos establecía las atribuciones de los ingenieros, tanto en la esfera oficial como en la privada.

Esta disposición, que provocó la natural satisfacción entre los ingenieros de Telecomunicación, desató el recelo de otras ingenierías, particularmente de los ingenieros industriales, que ya en el Congreso Nacional de Ingeniería, promovido por el Instituto de Ingenieros Civiles en 1918, había incluido a los medios de comunicación bajo el epígrafe de Electrotecnia, junto con los motores y *otros mecanismos*.

La Asociación de Ingenieros Industriales pretendió ya en 1931 que las atribuciones de los de Telecomunicación se limitasen al campo oficial, lo que fue denegado en enero de 1932. Pero volvieron a la carga posteriormente, consiguiendo en 1935 que otra disposición les reconociese *todas las atribuciones de los ingenieros de telecomunicación*, disposición totalmente carente de fundamento a la luz de los respectivos Planes de Estudios, pero que ha sido invocada en varias ocasiones muy posteriores para arañar competencias allí donde se veía una posibilidad de extensión de su actividad en un mercado que parecía prometedor (antenas colectivas o instalaciones comunitarias de telecomunicación).

### Cuadro 19.5. **Real Decreto de 8 de enero de 1931**

Art 1.º El título de Ingeniero de Telecomunicación faculta a sus poseedores para proyectar toda clase de instalaciones y centrales telegráficas, telefónicas y radioeléctricas, líneas y dispositivos de comunicación eléctrica a distancia, mediante la palabra hablada o escrita, música, el facsímil, la fotografía o por televisión y por cuantos procedimientos el progreso de la técnica permita realizar en la Tele-

comunicación y todas aquellas aplicaciones, como la cinematografía sonora, cuyos elementos son idénticos o semejantes a los empleados en la Telecomunicación.

Art. 2.º El título de Ingeniero de Telecomunicación faculta a su poseedor para dirigir la instalación y explotación de cualquier clase de centrales telegráficas, telefónicas y radioeléctricas, líneas y demás medios de comunicación eléctrica a distancia en toda la extensión expresada en el artículo anterior, así como cuantas ampliaciones, cambios, sustituciones, etc., deban efectuarse en instalaciones ya establecidas.

Art. 3.º Son asimismo facultades del Ingeniero de Telecomunicación el proyecto y dirección de la instalación o de la explotación de aquellas redes neumáticas urbanas o situadas en el interior de los edificios destinadas al transporte de mensajes telegráficos o telefónicos o de documentos relacionados con los servicios de telecomunicación.

Art. 4.º El título de Ingeniero de Telecomunicación capacita a su poseedor para proyectar y dirigir la instalación y explotación de todas las industrias que produzcan, modifiquen o reparen los medios, aparatos o dispositivos empleados en Telecomunicación, lo mismo que el material utilizado en las líneas aéreas, subterráneas y submarinas.

Art. 5.º El título de Ingeniero de Telecomunicación faculta a su poseedor para proyectar y dirigir la construcción y explotación de las fábricas de abastecimiento o transformación de energía eléctrica, cuando se utilice exclusivamente en los servicios de telecomunicación.

Art. 6.º Los Ingenieros de Telecomunicación estarán oficialmente capacitados para redactar y firmar proyectos, presupuestos, informes, dictámenes y peritaciones con validez oficial ante las oficinas públicas, Tribunales de Justicia y corporaciones oficiales, en todos los asuntos relacionados con la Telecomunicación.

Art. 7.º Todos los proyectos, planos, informes, dictámenes y peritaciones que sobre la instalación de comunicaciones eléctricas a distancia o sobre sus dispositivos accesorios se presenten o tramiten en la Dirección General de Comunicaciones para su examen o aprobación, deberán ir firmados por un Ingeniero de Telecomunicación.

Art. 8.º La intervención e inspección técnica en los servicios de Telecomunicación y de los relacionados con estos servicios que los preceptos legales o contractuales atribuyan a la Dirección General de Comunicaciones, serán desempeñados por los Ingenieros de Telecomunicación al servicio activo de Telégrafos o por personal a las órdenes de los Ingenieros.

En 1934 la Escuela se trasladó a la calle Ferraz, esquina a la calle Quintana, a un chalet propiedad de los marqueses de Montezuma, donde ya se disponía de más espacio y posibilidades. Pero el estallido de la guerra civil en julio de 1936 motivó el traslado de la Escuela a Valencia a finales de aquel año, y luego

en 1937 a Barcelona, interrumpiéndose así su funcionamiento normal hasta 1939. Destruído por los combates próximos el Palacio de Montezuma, la Escuela se instaló provisionalmente al acabar la guerra en el edificio de la calle Conde de Peñalver que se había construido para los Talleres Generales de Telecomunicación, donde se dieron las clases en los años siguientes, tanto para Ingenieros, como posteriormente para Ayudantes de Telecomunicación y Radiotelegrafistas, además de los exámenes de las convocatorias de ingreso en Telégrafos.

Con objeto de dotar a la Escuela de un edificio apropiado, los arquitectos de la Dirección general Otamendi y Lozano proyectaron en febrero de 1943 un nuevo edificio junto a los talleres y laboratorio de Conde de Peñalver, edificio que puede considerarse suntuoso, y cuya construcción llevó bastantes años tanto por dificultades económicas como por la carencia de materiales, especialmente hierro en los primeros tiempos. Por fin en octubre de 1953 quedó terminado el edificio, pudiendo comenzar en el curso 1953-54 bajo la dirección de Emilio Novoa, que regentaría la Escuela hasta su jubilación en 1965. El edificio tenía cinco plantas más un semisótano con una superficie total de 2.602 metros cuadrados de los que las aulas ocupaban 943, los laboratorios 606 y otras dependencias técnicas 427, lo que era un paso de gigante respecto de las situaciones anteriores.

## **EL DECRETO DE 1946. LOS AYUDANTES DE TELECOMUNICACIÓN**

A semejanza de lo que ocurría en las otras especialidades de la ingeniería, en 1946 se establecieron los estudios de grado medio, suprimiendo los que de ese nivel se impartían exclusivamente al personal técnico de Telégrafos, y abriéndolos a los estudiantes en general, para que también las empresas o los particulares pudiesen beneficiarse de esta formación, que ya había acreditado su eficacia en la Administración. Se establecieron dos especialidades: radio y líneas y centrales, con un ingreso semejante al de la ingeniería superior aunque más sencillo en su base físico-matemática. Los estudios comprendían dos años o tres cursos para quienes querían obtener ambas especialidades, que efectivamente fueron muy valoradas por la Compañía Telefónica, la Industria y otros servicios, que utilizaron muy positivamente su excelente preparación y competencia, también reconocida por la Administración.

## **EL DECRETO DE 13 DE SEPTIEMBRE DE 1957. PASAN AL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL LOS ESTUDIOS SUPERIORES Y MEDIOS**

Aun cuando los medios materiales y docentes de la Escuela habían aumentado significativamente, y las promociones de los años 50 eran ya del orden de 15 egresados, con un máximo de 29 en la de 1958, la vinculación de la Escuela al Ministerio de la Gobernación no parecía la fórmula más adecuada para unos



*A semejanza de lo que ocurría en las otras especialidades de la ingeniería, en 1946 se establecieron los estudios de grado medio, suprimiendo los que de ese nivel se impartían exclusivamente al personal técnico de Telégrafos*

---

estudios superiores que ya estaban plenamente reconocidos y homologados con el resto de las ingenierías. Tampoco el número de titulados resultaba suficiente para las necesidades de la industria y los servicios, en moderada pero constante expansión.

Unificando criterios con otras ingenierías, la Ley de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas de 1957 estableció la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación y la Escuela Técnica de Peritos de Telecomunicación, ambas vinculadas como todas las demás Escuelas Técnicas al Ministerio de Educación nacional y a su Dirección General de Enseñanzas Técnicas.

No fue sencillo desvincular la Escuela del Ministerio de la Gobernación y de su Dirección General de Correos y Telecomunicación, que durante cuarenta años la habían acogido. La nueva Escuela carecía de edificio propio, de profesorado con dedicación exclusiva a la docencia y de personal administrativo adecuado a la nueva situación. Por lo que hasta 1965 en que pudo inaugurarse el nuevo edificio de la Ciudad Universitaria y se consiguieron las dotaciones de catedráticos y otro personal necesario, la Escuela siguió en Conde de Peñalver, compartiendo las instalaciones con la Escuela de Peritos y la Escuela Oficial de Telecomunicación, bajo la dirección conjunta de Emilio Novoa.

#### **Cuadro 19.6. La Escuela durante la guerra civil**

Mi padre, Vicente Miralles Segarra, que había sido número 1 de la promoción de 1926, segunda del Plan 1920, era en 1936 profesor de la Escuela, encargándose de varias asignaturas además de su cátedra por la carencia de profesores. En junio de aquel año tenía que acompañar junto al profesor Luera al viaje de fin de carrera al extranjero de los alumnos del último curso. Pero Luera, que se estaba construyendo una casa que no se terminaba por la huelga de la construcción, y que veía con inquietud la situación política y social, fue demorando el viaje, que finalmente no pudo realizarse.

Como en aquella época vivíamos en la avenida de la Reina Victoria —que había cambiado su nombre por el de Pablo Iglesias al proclamarse la República— el trayecto hasta la calle de Ferraz tenía que hacerlo cada mañana bajo el fuego de las tropas nacionales que asediaban la Ciudad Universitaria y disparaban sobre el Hospital Clínico y los cuarteles del Paseo de Moret. En algunas zonas del trayecto se habían levantado muros para proteger a los transeúntes de las balas perdidas que cruzaban sobre sus cabezas. Esta inquietante situación duró hasta que

el Gobierno republicano y con él la Escuela se trasladaron a Valencia en el otoño de 1936.

La Escuela se instaló provisionalmente en el edificio de las Escuelas de Artesanos, en la que entonces era Avenida del 14 de Abril, luego avenida de José Antonio y actualmente avenida del Reino de Valencia, donde aún se encuentra el edificio que la albergó. Pero las clases no se reanudaron con normalidad porque a los profesores, que eran 14 en aquella época, se les encargaron otras tareas más perentorias a causa de la guerra; los oficiales alumnos tuvieron que colaborar con los servicios telegráficos, y los alumnos libres, que eran mayoría, fueron movilizadas por el Ejército o se dispersaron.

*Vicente Miralles*

# MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

*Vicente Ortega*

## LA ESCUELA DE CONDE DE PEÑALVER

Comenzaré esta crónica en octubre del año 1960, cuando llego a Madrid, procedente de un pueblo de una provincia cercana con la intención de estudiar Ingeniería de Telecomunicación. ¿Por qué elegí esta carrera? Había hecho un Bachillerato —elemental, superior y dos reválidas— y el curso Preuniversitario con bastante brillantez, al decir de mis padres y maestros. En mi familia no había médicos ni abogados, sino pequeños empresarios de comercio, en los cuales se vendían y reparaban receptores de radio y de televisión y yo me entretenía a veces con las «válvulas» viejas, con las resistencias y condensadores con sus códigos de colores. En el colegio donde estudié el bachillerato superior, en la rama de Ciencias, el profesor de Matemáticas y Física era un Ayudante de Telecomunicaciones que nos contaba algunos casos y anécdotas de su vida profesional. No sé si estas cosas influyeron algo en la decisión. Sólo recuerdo que decidí estudiar alguna ingeniería y que, descartadas las de tipo agroforestal y las de construcción civil, saqué una bola entre las restantes: Aeronáuticos, Industriales, Navales y Telecomunicación, y salió esta última. No sé si causé cierta decepción en mis allegados ya que las ingenierías por excelencia eran entonces Caminos e Industriales. Telecomunicación era una gran desconocida y muy poco prestigiada y sólo una cierta conexión con la, entonces, Compañía Telefónica Nacional de España y con la oficina de Telégrafos del pueblo sugería posibles empleos futuros. A lo sumo, algunos ilustrados hablaban de Standard Eléctrica SA como empresa de fabricación.

Sin embargo, mi primera matrícula no fue en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, situada en el barrio de Salamanca, en la calle Conde de Peñalver, n.º 19, sino en la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense, situada en el denominado Paraninfo, al final de la Ciudad Universitaria y muy próxima a la actual Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid.

*Hasta el año 1957 se ingresaba en la Escuela después de superar un «examen de ingreso» que constaba de cinco pruebas, correspondientes a cinco grupos de asignaturas. El estudio y la preparación para las pruebas se cursaban fuera de la Escuela, en academias privadas*

---

El plan de estudios que yo cursé era el denominado «Plan 57» (véase cuadro 20.1) cuya implantación se produjo en un momento en que tuvieron lugar cambios significativos en las estructuras legales y en la organización de las enseñanzas de la ingeniería, como consecuencia de la Ley de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas de 20 de julio de 1957.

Hasta entonces, las Escuelas Oficiales o Especiales que impartían las enseñanzas de las ramas de la ingeniería civil: Aeronáuticos; Agrónomos; Caminos, Canales y Puertos; Industriales; Minas; Montes; Navales, y Telecomunicación, dependían orgánicamente de los Ministerios en los que se integraban los ingenieros funcionarios de los respectivos Cuerpos Oficiales. La Escuela Oficial de Telecomunicación estaba adscrita al Ministerio de la Gobernación, actualmente Ministerio del Interior, ya que la Dirección General de Correos y Telégrafos era un departamento de dicho Ministerio. La organización de las Escuelas de Ingeniería y de sus enseñanzas seguía el esquema francés-napoleónico de «Grand Ecoles».

Con la Ley de 1957, las Escuelas Oficiales de Ingeniería pasan a depender orgánicamente del Ministerio de Educación y Ciencia, de una Dirección General de Enseñanzas Técnicas, y cambian su denominación pasando a llamarse «Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros» de la especialidad correspondiente. Se daba así un primer paso para integrar las enseñanzas de ingeniería dentro del conjunto de la enseñanza superior aunque todavía no estaban comprendidas en el ámbito de la Universidad.

Como sucede siempre que hay un cambio de plan de estudios, durante varios años coexisten dos planes. Así, cuando yo comencé en el año 1961 a cursar «Iniciación» del plan 57, hasta el año 1963 había aún varios cursos del Plan 51 (véase cuadro 20.2).

¿Cuáles son las principales diferencias entre ambos planes? Aparte de algunos cambios de lugar de asignaturas o de denominaciones de éstas, había uno significativo: el cambio en la forma de «ingresar» en la Escuela.

Hasta el año 1957 se ingresaba en la Escuela después de superar un «examen de ingreso» que constaba de cinco pruebas, correspondientes a cinco grupos de asignaturas. El estudio y la preparación para las pruebas se cursaban fuera de la Escuela, en academias privadas, de las cuales la más conocida era la Academia Dobao-Díaz Guerra. Según los testimonios de algunos ingenieros que cursaron este plan y los anteriores, el tiempo medio de preparación para ingresar en la Escuela estaba en alrededor de cuatro años. La edad media de comienzo de la carrera era de 22 años con lo que se obtenía el título hacia los 27 años, ya

Cuadro 20.1. **Plan de Estudios 1957**

<b>CURSO SELECTIVO</b>	<b>SEGUNDO CURSO</b>
Matemáticas Física Química General Geología Biología	Campos Electromagnéticos I Electroacústica y Electroóptica Resistencia de Materiales y Construcción Electrónica II Redes relativas Tecnología y Componentes <b>Bloque A</b>
<b>CURSO DE INICIACIÓN</b>	<b>TERCER CURSO</b>
Matemáticas Física Dibujo Introducción a la Electrónica Teoría de Redes	Campos Electromagnéticos I Termodinámica y Motores Térmicos Estudio Eléctrico de Líneas y Cables Sistemas de Telecomunicación Antenas y Propagación de Ondas Electrotecnia <b>Bloque A</b>
<b>PRIMER CURSO</b>	<b>CUARTO CURSO</b>
Ampliación de Matemáticas Mecánica Fundamental Análisis Físico-Químico Electrónica I Electrometría General Topografía, Geodesia, Astronomía • <b>Bloque A:</b> Inglés Formación Religiosa Formación del Espíritu Nacional Educación Física	Organización, Contabilidad y Legislación Construcción y Conservación de Redes Televisión Emisores y Receptores Radioeléctricos <b>Especialidad de Transmisión</b> Transporte y Distribución de Energía Medidas en Alta Frecuencia <b>Especialidad Electrónica</b> Medidas e Instrumentación Electrónica Servosistemas
<b>QUINTO CURSO</b>	
Estadística y Explotación de Servicios Proyectos y Laboratorios • <b>Especialidad de Transmisión</b> Medidas de Transmisión Ayudas a la Navegación y Radiolocalización Radar Registro y Reproducción de Sonido e Imagen	• <b>Especialidad Electrónica</b> Estereotrónica Tubos Especiales Instrumentación y Control de Reactores Electrónica Industrial

Cuadro 20.2. Plan de Estudios 1951 <sup>1</sup>	
INGRESO	TERCER CURSO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primer Grupo: Francés Inglés</li> <li>• Segundo Grupo: Dibujo Máquinas Dibujo mano alzada</li> <li>• Tercer Grupo: Análisis Matemático</li> <li>• Cuarto Grupo: Geometrías</li> <li>• Quinto Grupo: Física Química</li> </ul>	Electrometría (2.º curso) Electrotecnia (2.º curso) Propagación de Ondas Electromagnéticas Antenas Estudio Eléctrico de Líneas y Cables Tecnología Acústica y Electroacústica
PRIMER CURSO	CUARTO CURSO
Complementos de Cálculo Mecánica Racional Topografía, Astronomía y Geodesia Análisis Químico Electrónica (1.º curso) Teoría General de Redes	Óptica y Electroóptica Construcción y Conservación de Redes Telegrafía Radiotecnia Termodinámica y Motores
SEGUNDO CURSO	QUINTO CURSO
Electrometría (1.º curso) Electrónica (2.º curso) Teoría General del Campo Electromagnético Resistencia de Materiales y Construcción Electrotecnia (1.º curso) Materiales	Radiogoniometría y Navegación Medidas Radioeléctricas Televisión y Cinematografía Sonora Telefonía Explotación de Servicios Aplicaciones de la Electrónica

que lo habitual, una vez dentro de la Escuela, era ir aprobando curso a curso sin demasiados problemas. Era, pues, un sistema basado en una fuerte selección a la entrada, consistente principalmente en pruebas de contenido matemático-físico, una buena memoria y un gran esfuerzo.

Con el Plan 57 se sustituye el ingreso por dos cursos denominados «Selectivo» e «Iniciación», cursados ambos en sede académica oficial. El primero de

<sup>1</sup> Orden de 11 de diciembre de 1951 (BOE 26-12-51).

ellos se cursaba en las Facultades de Ciencias de las Universidades y era necesario aprobarlo completo para matricularse en el segundo, que ya se cursaba en la Escuela correspondiente, en mi caso, en la Escuela de Conde de Peñalver. El Selectivo era un curso básico de Ciencias Experimentales y en Iniciación ya se introducían asignaturas propias de cada especialidad: Teoría de Redes y Electrónica, en el caso de Telecomunicación. También el curso de Iniciación debía aprobarse por completo para poder matricularse en el primer curso de la carrera.

La duración media para aprobar cada curso oscilaba alrededor de los dos años con lo cual se repetía en cierta media la situación anterior, dándose además la circunstancia de que buena parte de los estudiantes simultaneaban las clases en la Facultad o en la Escuela con clases adicionales en las academias privadas. El nuevo sistema seguía necesitando las academias.

Así pues, esta situación de coexistencia de dos planes de estudio, situación que se repetirá varias veces hasta los tiempos actuales, es la que yo me encontré cuando llegué a la Escuela de Conde de Peñalver. En el curso 1961/62 el número de estudiantes matriculados no llegaba a 500 distribuidos entre los cinco cursos de la carrera y el curso de «Iniciación». En dicho curso se graduaron 38 ingenieros pertenecientes a la XXXV promoción. El Claustro de Profesores lo formaban 19 catedráticos y otros tantos de distintas categorías, es decir, unos 40 profesores (véase cuadro 20.3).

Cuadro 20.3. **Escalafón de catedráticos a 1 de enero de 1958**

Nombre	Nombre
Virgilio Oñate Sánchez	Manuel García y Gómez-Cordobés
Alberto Fernández Pintado	Luis Urquí Marín
Emilio Novoa González	José Sánchez Pardo y Méndez
Francisco Luera Puente	Narciso García Redondo
Julio de Paula y Pardal	Antonio Millán Hernández
Fernando Burriel Martí	Rogelio Segovia Torres
Fabián Fernández de Alarcón	Joaquín Gómez Barquero
Antonio Sagrario Rocafort	José María Pardo Horno
Francisco Martínez González	Eduardo Gil Santiago*
Gaudencio Gella Iturriaga	Antonio Fernández Huerta*
José María Arto Madrazo	

Fuente: BO. Ministerio de Educación Nacional de 17-07-1958 (datos cedidos por Jesús Fraile Mora, catedrático UPM).

\* Se incorporan poco después, al serles estimada una reclamación judicial.

## TREINTA AÑOS ANTES (1930-1960)

Si mi experiencia personal en la Escuela comenzó en 1961, la carrera de Ingenieros de Telecomunicación había comenzado mucho antes, tal como queda relata-

do en el capítulo anterior. Para ello, para completar esta crónica de la formación, retrocederé al año 1930 en que se crea la Escuela Oficial de Telecomunicación y se establece el plan de estudios que denominaré «Plan 30», que se recoge en el cuadro 20.4. Según se señala en el artículo 43, la Dirección General publicaba, en el mes de octubre de cada año, la convocatoria para el «Ingreso» en el «Curso preparatorio» y podían concurrir los españoles o extranjeros que lo solicitasen

<b>Cuadro 20.4. Plan de Estudios 1930<sup>2</sup></b>	
<b>INGRESO</b>	<b>SEGUNDO CURSO</b>
Física General Análisis Matemático Geometría Analítica y Descriptiva Dibujo de Máquinas y Topográfico Francés, Inglés o Alemán	Telefonía Estudio Eléctrico de Líneas y Cables Telegráficos y Telefónicos: Proyecto Electrometría (2.º curso) Proyectos de Estaciones y Centrales Telegráficas
<b>CURSO PREPARATORIO (Semestre)</b>	<b>TERCER CURSO</b>
Matemáticas Aplicadas a las Técnicas de las Comunicaciones Eléctricas Electricidad Teórica Topografía Análisis Químico	Producción y Propagación de Ondas Termodinámica y Motores Térmicos Redes Neumáticas y Sistemas de Transporte de Despachos Construcción de Líneas Aéreas, Subterráneas y Submarinas Radiotecnica (1 <sup>er</sup> curso) Proyectos de Centrales Telegráficas
<b>PRIMER CURSO</b>	<b>CUARTO CURSO</b>
Propagación de Corrientes Sistemas y Aparatos Telegráficos Resistencia de Materiales y Construcción Medidas Radioeléctricas Electrometría (1 <sup>er</sup> curso) Prácticas de Instalaciones	Radiotecnica (2.º curso) Fabricación y Reconocimiento de Materiales y Aparatos Explotación de los Servicios de Telecom. Aplicaciones Especiales de la Técnica Radioeléctrica Medidas Radioeléctricas Proyectos de Centrales Radioeléctricas Legislación y Contabilidad
Después del período de exámenes de cada curso había un período de prácticas en las Salas de Aparatos de los Laboratorios de Correos y Telégrafos. Al final del 4.º curso había que presentar una «Memoria Práctica» a modo de Proyecto Fin de Carrera o Reválida, para obtener el título de Ingeniero de Telecomunicación.	

<sup>2</sup> RD de 20 de septiembre de 1930 (BOE de 25-10-1930).



*¿Qué tipo de enseñanza se puede deducir del examen del plan de estudios? Era una ingeniería de base electromagnética, con unas componentes importantes de ingeniería mecánica y un conjunto de aplicaciones a los servicios que entonces existían: telegrafía, telefonía, radiotelegrafía y radiodifusión*

---

durante el mes de noviembre. La convocatoria era abierta tanto para los Auxiliares y Oficiales de Telégrafos como para cualquier Bachiller Superior o titulado. Las pruebas para el «Ingreso» se celebraban en diciembre y quienes aprobaban comenzaban en enero el «Curso Preparatorio».

El Reglamento que desarrolla el Real Decreto citado es completo y pormenorizado, fijando el régimen de clases, de exámenes, de programas, de tribunales, de estructuras de dirección y de profesorado, de personal auxiliar, etc. Destacaré a modo de curiosidad dos cosas: 1) «Los derechos de matrícula de cada uno de estos cursos y del preparatorio serán de 100 pesetas por grupo y 50 por las de prácticas». Si por grupo entendemos cada una de las «asignaturas», el coste de la matrícula podía oscilar entre 500 y 700 pesetas, que serían en pesetas corrientes del año 2005 más de 100.000 pesetas, es decir, lo que cuesta ahora matricularse para un curso completo.

2) El número de Profesores numerarios era de nueve, a cada uno de los cuales se le asignaban un conjunto de asignaturas, que podíamos denominar «Grupo de Cátedra», situación que *mutatis mutandis* ha permanecido hasta la mitad de los años ochenta, en que se adoptó la actual organización departamental derivada de la Ley de Reforma Universitaria del año 1983. A juzgar por el número de graduados-ingenieros de las promociones XIV a XXIV (desde 1940-41 a 1950-51), el número de estudiantes matriculados andaría entre 50 y 90, y el número de graduados-ingenieros entre 5 y 21<sup>3</sup>. Era entonces director de la Escuela, Félix Sanz y Mancebo.

¿Qué tipo de enseñanza se puede deducir del examen del plan de estudios? Era una ingeniería de base electromagnética, con componentes importantes de ingeniería mecánica y un conjunto de aplicaciones a los servicios que entonces existían: telegrafía, telefonía, radiotelegrafía y radiodifusión. La palabra Electrónica no aparece, aunque es previsible que el estudio de los tubos electrónicos o válvulas de vacío se hiciera en las asignaturas de Radiotecnia. Conviene recordar que la Electrónica (el diodo de Fleming y el triodo de Lee de Forest) nació de las técnicas radioeléctricas y hasta después de la Segunda Guerra Mundial, cuando ya se había inventado el transistor y las aplicaciones de los disposi-

---

<sup>3</sup> Datos cedidos por Jesús Fraile Mora, procedentes de las «Hojas informativas» del Ministerio de Educación Nacional, Números 10 a 12, octubre de 1957.

tivos electrónicos se ampliaron a otros ámbitos aparte de los de las telecomunicaciones, la electrónica y la radiotecnia eran casi sinónimos.

Entre 1930 y 1951 hubo dos modificaciones parciales del plan de estudios: una en 1935 (D. de 19 de septiembre) y otra en 1949 (OM. de 22 de noviembre) de escasa importancia. Únicamente cabe señalar que en el Plan 49 se incluyeron en el quinto curso asignaturas como «Sistemas Sonoros», «Sistemas de Transmisión de Imágenes» y «Radiogoniometría». Recordemos que acabada la Segunda Guerra Mundial empezaron, con carácter permanente, en Gran Bretaña y en EEUU a establecerse los servicios comerciales de televisión y que los sistemas de radares y radiolocalización habían probado su eficacia durante la guerra. La modificación del plan 49 incorporaba estas «nuevas tecnologías» a las enseñanzas de la Ingeniería de Telecomunicación.

## DE VUELTA A LOS AÑOS SESENTA

La primera mitad de la década de los sesenta se caracterizó por la coexistencia de los planes 51 y 57. Salvo en el procedimiento de ingreso, el conjunto y la distribución de asignaturas en ambos planes no había experimentado ningún cambio radical. En todo caso, en el Plan 57 se produce una inflación de asignaturas, típica de un proceso en que se quieren incorporar nuevas materias propuestas por nuevos profesores sin suprimir antiguas que justifican a los profesores establecidos.

La gran mayoría del profesorado lo era a tiempo parcial. Es decir, eran profesionales de empresas (Telefónica, Standard Eléctrica, SA, Renfe, Marconi, Bazán...) o de departamentos de la Administración Pública (Correos y Telégrafos, RTVE, otros ministerios...). La dedicación completa a la enseñanza aún no existía y mucho menos la investigación. No puede, pues, hacerse ningún reproche a los profesores pues las retribuciones por la docencia no alcanzaban los mínimos necesarios para vivir con dignidad. Así, en la Ley de 24 de abril de 1958 por la cual se dotan 358 plazas de catedráticos para las nueve Escuelas existentes se fijan las retribuciones en un máximo de 58.560 ptas./año y un mínimo de 28.320 ptas./año para los catedráticos y 18.880 ptas./año para profesores adjuntos y profesores encargados de curso. Para los cargos directivos: Director, Subdirector-Jefe de Estudios, Secretario Académico y Jefe de Talleres y Laboratorios se establecía un completo adicional entre 15.000 y 10.000 ptas./año. Poco después, por un Decreto de 27 de diciembre de 1960 se creó la figura de Profesor Encargado de Laboratorio que exigía una dedicación completa (30 horas/semana), con una retribución de 72.000 pesetas/año, que al ser compatible con un nombramiento de Profesor Adjunto o Profesor Encargado de curso, permitía llegar a las 90.000 ptas./año, lo cual no era para tirar cohetes pero sí permitía ya la dedicación exclusiva a la Escuela.

Esta figura de Profesor Encargado de Laboratorio iba a tener su importancia en el futuro devenir de la Escuela, pues sería el inicio de la dedicación com-

pleta a la docencia y a la investigación. Así, en la Ley 100/1966 de 28 de diciembre, se potencia esta categoría y se fija una retribución del orden de 120.000 ptas./año, que con algún complemento derivado de otro nombramiento, podía aproximarse a la de un recién graduado en una empresa.

Teniendo en cuenta, como decía anteriormente, que la mayor parte del profesorado en los primeros años sesenta eran profesionales de las empresas o de las Administraciones Públicas, cabría pensar que al menos la enseñanza, en sus aspectos más profesionales, sería de buena calidad. Nada más lejos de la realidad pues la función profesional de la mayoría de estos profesores poco tenía que ver con el objeto de sus enseñanzas. De los 27 Catedráticos o Encargados de Cátedra (véase cuadro 20.8) que había en el curso 1967/68, apenas 10 mantenían un nivel de docencia aceptable y notable en algunos casos. Del resto, unos se empeñaban en seguir explicando las teorías y técnicas de los años treinta, y no siempre con claridad, y otros, forzados por las circunstancias profesionales o académicas, apenas dedicaban la atención necesaria al desarrollo de la asignatura. Con algunos profesores y en algunas asignaturas había una cierta complicidad con los alumnos, de modo que resultaba fácil aprobar resignándose a no aprender. La mayoría de los alumnos, de edades mayores a 25 años en el ecuador de la carrera, deseaban acabar cuanto antes para iniciar su nueva vida profesional y personal. Incluso hubo unas promociones hacia los años 66, 67 y 68 en que buena parte de los estudiantes hicieron los «cursos acelerados» (dos en un año) para acabar antes de que salieran las promociones más numerosas del Plan 64. Bueno será recordar que en la década de los sesenta más de la mitad de los estudiantes no eran de Madrid, residiendo en pensiones, y lo habitual era independizarse de los padres tan pronto se pudiera y casarse hacia los veinticinco años. Además, la situación laboral al acabar la carrera era de casi pleno empleo y, desde luego, poco relacionado el puesto de trabajo con la calidad de la enseñanza.

Sin embargo, algo se movía. Empezaba a germinar el futuro cambio. En torno al Laboratorio de Electrónica, dirigido por Rogelio Segovia, y a la Cátedra de Campos Electromagnéticos, con Narciso García Redondo y Ricardo Valle como profesores, se fueron agrupando poco a poco algunos estudiantes de los últimos cursos que se iniciaban en tareas de ayudantes de clases prácticas y organizaban seminarios y coloquios técnicos sobre temas actuales de las tecnologías, publicaban artículos y escribían apuntes. Eran como los actuales becarios de FPI (Formación de Personal Investigador) o FPU (Formación de Profesores Universitarios) sin beca, pero con una enorme ilusión por aprender lo que se explicaba, por enseñar lo que aprendían y ensayar nuevas prácticas y experimentos. Como ejemplo de estas actividades merece la pena citar la creación de la «Rama Universitaria del *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) de Madrid» en el año 1962 y la publicación de la revista BIT (en su primera versión), órgano de expresión de la Rama. En el curso 1963-64 el Comité Ejecutivo de la Rama era el indicado en el cuadro 20.5. En cada curso nuevos estudiantes tomaban el relevo y dirigían la

*En la década de los sesenta algunos recién graduados comenzaron a marchar a centros y universidades extranjeras para ampliar estudios*

Rama y escribían artículos técnicos en la revista. Nombres como JM. Hernando Rábanos, Elías Muñoz Merino, Antonio Luque López, Fernando Sáez Vacas, JA. Martín Pereda, Carlos Dehesa, JA. Delgado Penín, por citar sólo a algunos que hoy están como profesores en la ETSIT de Madrid o en otras escuelas y universidades. Se invitaba a profesores extranjeros a dictar conferencias o cursos breves, tales como el curso sobre «Ruido» del ingeniero Blackman de la empresa Silvana Electronics o el profesor Cl. Sletten de la Universidad de Harvard.

Cuadro 20.5. **Comité Ejecutivo de la Rama del IEEE**

Profesor Consejero de la Rama:	Rogelio Segovia Torres
Presidente y Administrador de BIT:	Juan José Jiménez Lidón
Vicepresidente :	Federico Valero Cuní
Secretario:	José A. García Córcoles
Secretario para relaciones con IEEE:	Jesús Sánchez Miñana
Tesorero:	R. Anlí Cunill
Director de BIT:	D. Aquilino Morcillo Crovetto

Fuente: Revista BIT (primera época), n.º 2. abril-junio 1964.

En la década de los sesenta algunos recién graduados comenzaron a marchar a centros y universidades extranjeras para ampliar estudios. El primero fue Ricardo Valle que durante el período 1962-64 amplió estudios en la Universidad de Gotinga. Siguió luego Juan Soto Serrano, que se graduó como «*Master in Electrical Engineering*» en la Universidad de Stanford, California, EEUU, en el curso 1965/66. No siguió a la vuelta la senda docente-investigadora, pero la sociedad española ganó un excelente empresario. Presidente de la emblemática Hewlett-Packard Española SA, desde la cual ha colaborado y ayudado a las Escuelas de Telecomunicación de Madrid y Barcelona, mostrando siempre un gran aprecio por las tareas universitarias. Juan Soto seguía la línea emprendida años atrás por Rogelio Segovia, quien en el curso 1950/51 obtuvo una beca del Ministerio de Asuntos Exteriores y una ayuda de la Junta de Energía Nuclear, donde entonces trabajaba, para ampliar estudios en la Universidad de Stanford. Rogelio Segovia, primero desde la cátedra y luego desde la Dirección de la Escuela, animó a los graduados y a los jóvenes profesores a marchar a universidades extranjeras. Como ejemplo de actuales profesores que estuvieron en centros extranjeros citaré a Antonio Luque López (L'Ecole Nationale Superieure d'Electrotechnique, d'Electronique et d'Hydraulique —ENSEETH— de Toulouse, Francia, en el curso 1963/64); a Juan José Jiménez Lidón (mismo centro que A. Luque), quien pasaría buena parte de

su vida docente e investigadora en la Universidad de París y luego volvería a la Escuela de Madrid; a Fernando Sáez Vacas (Centre d'Etudes et de Recherches en Automatismos —CERA— de Francia); a Fernando Arriaga (Universidad de Stanford, 1963/65); a Elías Muñoz Merino (Universidad de Stanford durante los años 1969 y 1970); a José Antonio Martín Pereda (Universidad de Boulder, Colorado, EEUU, en el período 1968-1971); a Vicente Ortega Castro (Universidad de Stanford en el curso 1969/70); a Juan B. Riera García (Universidad de Stanford en 1970/71).

## **EL AÑO 1964: NUEVO PLAN Y NUEVA ESCUELA**

A finales de la década de los cincuenta comenzaron a hacerse notar algunos movimientos estudiantiles en las universidades que pedían libertad y democracia para la sociedad y autonomía para la universidad. La representación de los estudiantes en los órganos de gobierno de las facultades y escuelas técnicas se articulaba a través del Sindicato Español Universitario (SEU), sindicato vertical de origen falangista que dependía directamente del ministro-secretario General del Movimiento y cuyo jefe nacional era designado por dicho ministro. Recordaré aquí que un ingeniero industrial, Rodolfo Martín Villa, fue delegado nacional del SEU en aquellos años. Aunque la sindicación era obligatoria, la mayor parte de los estudiantes hacía caso omiso de dicha obligación y únicamente convenía obtener el carné para obtener descuentos en alguna librería universitaria o de comida en los denominados «comedores del SEU» situados en el campus de la Ciudad Universitaria de Moncloa, enfrente de la plaza que forman las Facultades de Farmacia, Medicina y Odontología, entre la Escuela de Ingenieros Agrónomos y la Facultad de Ciencias de la Información, espacio rehabilitado y reconstruido que hoy ocupa el Vicerrectorado de Estudiantes de la Universidad Complutense. La Delegación Nacional del SEU estaba situada en la Plaza de Matute n.º 4, al lado de la calle Huertas, cerca del edificio de los sindicatos, hoy Ministerio de Sanidad y Consumo, zona que en los años noventa ha sido una de las principales de la movida madrileña.

En el año 1957 en manifestaciones estudiantiles celebradas en torno al Caserón de San Bernardo, antigua sede de la Universidad Central, resultó muerto un estudiante falangista y aquello provocó una crisis del Gobierno cuyo resultado más inmediato fue el relevo del ministro de Educación, Joaquín Ruiz-Giménez, y el del ministro-secretario general del Movimiento, Raimundo Fernández-Cuesta, figuras destacadas de la corriente democristiana y de la Falange, respectivamente, que pugnaban por tener presencia e influencia en los gobiernos del general Franco. Esta crisis hizo también posible que otra fuerte corriente, el Opus Dei, fuera tomando protagonismo en sucesivos gobiernos de la mano del almirante Carrero Blanco, de hecho vicepresidente del Gobierno. La economía, el comercio, la educación y la industria fueron pasando sucesivamente desde el año 1957 al 1975 a manos de los llamados «tecnócratas» del Opus Dei, quienes

comenzaron a liberar la economía y a plantear los llamados «Planes de Desarrollo Económico y Social», siguiendo las pautas recomendadas por la OCDE.

He traído lo anterior a cuento ya que la «Segunda Reordenación de las Enseñanzas Técnicas» que tuvo lugar en el año 1964 fue la consecuencia de las nuevas políticas de desarrollo. En el año 1963, Emilio Lora Tamayo, a la sazón ministro de Educación, llamaba la atención sobre la escasez de ingenieros en España y declaraba que «en 1967 habrá en España 19.500 ingenieros, lo que supondrá 616 obreros por técnico superior en contraste con Francia, Italia y Bélgica donde dicha proporción es 101, 212 y 214, respectivamente»<sup>4</sup>. Para aumentar este número el Ministerio creó varias Escuelas de Ingeniería tanto de grado superior como de grado medio, redujo la duración de los planes de estudio de siete a cinco años y aprobó la construcción de la nueva Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid en su actual emplazamiento de la Ciudad Universitaria de Moncloa en los terrenos situados entre la Facultad de Ciencias y la Junta de Energía Nuclear, en la última parada del «tranvía 81», antes de dar la vuelta al llamado «Paraninfo», que por entonces era un campo donde acampaban los escuadrones de la Policía Armada («los grises») en los días de conflictos universitarios y hoy son las instalaciones deportivas «José Botella Llusía» de la Universidad Complutense.

El edificio de la calle Conde de Peñalver apenas tenía capacidad para albergar a 1.000 estudiantes y allí recibían enseñanzas tanto los ingenieros como los peritos de Telecomunicación, en grupos y turnos de mañana y tarde. En lugar de la creación de una Escuela más en algún lugar de España se optó por cambiar de sitio en Madrid, diseñando un edificio cuyo proyecto se le encargó al arquitecto José María Carvajal, catedrático de la Escuela de Arquitectura de Madrid, que pudiera dar enseñanzas a 2.000 estudiantes de Ingeniería de Telecomunicación. En otoño de 1964 se inauguraba oficialmente la Escuela de la Ciudad Universitaria siendo director de la misma Emilio Novoa González, cargo que ocupaba sin interrupción desde 1949.

La reducción de la carrera de siete años oficiales (de nueve a diez reales) a cinco años oficiales (de siete a ocho reales) provocó fuertes reacciones y protestas del mundo de la ingeniería, tanto del académico como del de los Colegios Profesionales, que veían en esta reforma un ataque directo al «prestigio» de los ingenieros, una proletarianización de los mismos y un futuro incierto de paro masivo. Unos años más tarde (1969) fue muy debatido y comentado el célebre «Informe Matut», estudio de prospectiva realizado por el doctor ingeniero de Caminos, José Luis Matut Archanco, que concluía afirmando que en el año 1971 «siete mil trescientos ingenieros civiles superiores se encontrarán en situación de paro o subempleo». Una vez más, como en las protestas anteriores del 57 o las que habrían

---

<sup>4</sup> *Anales de Mecánica y Electricidad*. Década de los 60 (1962-1971). Revista de la Asociación de Ingenieros del ICAI.

*En el curso 1960/61 había en España 178.062 estudiantes universitarios, de los que aproximadamente 28.000 eran de enseñanzas técnicas y el número de graduados, ingenieros y peritos, en dicho curso, fue de unos 2.000, de los que 43 eran Ingenieros de Telecomunicación*

---

de venir después en 1991 o en 2001, siempre que hubo una reordenación de las enseñanzas, la mayor parte de la ingeniería, academia y profesión, se equivocó profundamente.

En el curso 1960/61 había en España 178.062 estudiantes universitarios de los que aproximadamente 28.000 eran de enseñanzas técnicas y el número de graduados, ingenieros y peritos, en dicho curso, fue de unos 2.000, de los que 43 eran Ingenieros de Telecomunicación. Cifras evidentemente exiguas para un país que entraba en una fase de desarrollo. Así pues, las provisiones de los políticos eran correctas y la defensa del corporativismo se mostró equivocada. Diez años después, en el curso 1970/71, cuando empezaron a graduarse las primeras promociones del Plan 64, el número de graduados en ingeniería por año casi alcanzaba los 5.000 (sobre un total de 356.856 estudiantes), de los cuales 130 eran Ingenieros de Telecomunicación.

En octubre de 1964 comienzan las clases en la Escuela de la Ciudad Universitaria con arreglo al Plan 64, cuyo ordenamiento está detallado en el cuadro 20.6.

Los dos primeros cursos seguían siendo selectivos, es decir, era necesario aprobar todas las asignaturas para pasar al curso siguiente. El primer curso podía cursarse en la propia Escuela o en otras Escuelas de Ingeniería o en Facultades de Ciencias. Al finalizar la carrera había que redactar un Proyecto Fin de Carrera cuya presentación y aprobación era necesaria para la obtención del título de ingeniero.

La reducción nominal de la carrera, de siete a cinco años, y el progresivo desarrollo de la sociedad española produjo, tal como se pretendía, un rápido incremento en el número de estudiantes matriculados, sobre todo en los dos primeros cursos, que al ser selectivos ejercían un fuerte filtrado hacia cursos superiores y una acumulación enorme, sobre todo en el segundo curso, en el que confluían los alumnos de primero de la propia Escuela y los procedentes del resto de Escuelas y Facultades de España. Así, en el curso 1969/70 la estadística de estudiantes era la reflejada en el cuadro 20.7.

En ocho años (1961/62-1969/70) se había pasado de algo menos de 500 estudiantes a algo más de 2.000, es decir, se había cuadruplicado el número de estudiantes y se había algo más que doblado el número de graduados. La ineficiencia del sistema era evidente. También el número de profesores había aumentado, pasando de los aproximadamente 40 a unos 116, de los que más de la mitad eran los famosos «Penenes» (Profesores No Numerarios), figura típica y barata de aquellos años para hacer frente al crecimiento rápido del número de estudiantes.

Cuadro 20.6. <b>Plan de Estudios 1964</b>	
<b>PRIMER CURSO (Selectivo)</b>	<b>TERCER CURSO</b>
Álgebra Lineal Cálculo Infinitesimal Física Química Matemáticas Dibujo Técnico	Matemáticas Especiales y Estadística Redes (Análisis y Síntesis) Campos Electromagnéticos Electrónica II Electrometría Electroacústica y Electroóptica Inglés
<b>SEGUNDO CURSO</b>	<b>CUARTO CURSO</b>
Ampliación de Matemáticas Electrotecnia Mecánica Electrónica I Tecnología de Fabricación Topografía, Geodesia y Radioastronomía Grupo M	Líneas y Cables (Teoría y Construcción) Antenas y Programación de Dudas Sistemas de Telecomunicación Emisores, Receptores y Radioenlaces Microondas Electrónica III Inglés
<b>QUINTO CURSO</b>	
Ordenadores Electrónicos Organización de Empresas y Servicios Radiolocalización Televisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Especialidad Comunicaciones</b>              Sistemas Telegráficos y Transmisión. Datos              Sistemas Telefónicos              Telecomunicación Espacial</li> <li>• <b>Especialidad Electrónica</b>              Servotecnia              Instrumentación Electrónica              Telemando, Telemida y Señalización</li> </ul>

Cuadro 20.7. <b>Estadística de estudiantes en el curso 1969/1970</b>						
	<b>1.º</b>	<b>2.º</b>	<b>3.º</b>	<b>4.º</b>	<b>5.º</b>	<b>TOTAL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Plan 1964</b>              Matriculados              Completan curso</li> </ul>	501 99	655 161	416 102	261 75	84 75	<b>1.907</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Plan 1957</b>              Matriculados</li> </ul>		40	43	87	93	233
<b>Graduados</b>						<b>102</b>



Si se compara el Plan 64 con el Plan 57 se comprobará que, aparte de una reducción de asignaturas de carácter general nada vinculadas a la telecomunicación: Geología, Biología, Termodinámica, Resistencia de Materiales... y otras sumamente especializadas, la filosofía de ambos Planes era la misma, con algo más de Electrónica y, ¡novedad!, la aparición de una asignatura de Ordenadores Electrónicos. La Informática entraba en la Escuela y también la Transmisión de Datos.

Todavía quedaban, ahora en un solo curso, las «marías», pues aún se señalaba en la Ley: «Las enseñanzas se ajustarán a los principios del dogma y de la moral de la Iglesia Católica y se inspirarán en los puntos programáticos del Movimiento Nacional, prestando la debida atención a la educación física y deportiva...» (artículo 5.º, 1). Y, sin duda, la preparación física y deportiva era necesaria al menos para poder correr delante de «los grises» (Policía Nacional) ya que en los años finales de la década de los sesenta era frecuente la presencia de la policía en el campus universitario y su entrada en los centros para disolver asambleas de estudiantes y efectuar redadas para detener a militantes de partidos políticos o asociaciones entonces ilegalizadas<sup>5</sup>. Las escuelas de ingeniería vivían tradicionalmente apartadas de estos movimientos estudiantiles de protesta, pero la nueva situación de la Escuela de Telecomunicación, en pleno campus, cerca de la Facultades de Ciencias, de Derecho, de Filosofía y de Económicas produjo un cierto contagio y la participación moderada en aquellos conflictos. El SEU había sido abolido y en su lugar se crearon las Asociaciones Profesionales de Estudiantes (APE). El último delegado del SEU en la Escuela fue Miguel Ángel Simón Langarica en el curso 1965/66 y el primer delegado de las APE fue Vicente Ortega Castro en el curso 1966/67.

Una muestra de que la actividad política y asociativa empezaba a cuajar entre los estudiantes lo muestra la edición de *El Electrón*, revista de la Asociación de Alumnos de la ETSI de Telecomunicación que, dirigida por Carlos Pérez Díaz y Francisco Martínez, empezó a publicarse en diciembre de 1965 y en cuyos titulares y editoriales y noticias pueden apreciarse los momentos que se vivían en la Escuela y en la Universidad.

## **NUEVO DIRECTOR, NUEVOS AIRES, NUEVOS PLANES DE ESTUDIO**

«Nueva etapa en la vida de la Escuela: Rogelio Segovia, nuevo director. Los señores Gil Santiago y Valle al frente de la Subdirección y Secretaría, respectivamente.»

---

<sup>5</sup> Recordaré que en febrero de 1965 tuvo lugar una nutrida manifestación en la Avenida Complutense, disuelta por la policía y en la cual fueron detenidos los catedráticos Montero Díaz, Tierno Galván, Aranguren, García Calvo y Aguilar Navarro, que fueron expedientados. Recordaré también que en el año 1968 tuvieron lugar el «mayo francés» y la «primavera de Praga».

*Esta terna era enviada al Ministerio de Educación que, tras conversaciones con los propuestos, decidió nombrar a Rogelio Segovia como Director de la Escuela, sustituyendo a Emilio Novoa que había sido Director desde diciembre de 1949, y cuya dirección fue prorrogada durante un año*

---

Este era el título principal de la portada del número 2 de la revista mencionada, en abril de 1966. En efecto, en la sesión del Claustro de Profesores celebrada el 28 de enero de 1966, fue elegida una terna formada, por orden de mayor a menor número de votos, por los catedráticos Narciso García Redondo, Gaudencio Gella Iturriaga y Rogelio Segovia Torres. Esta terna era enviada al Ministerio de Educación que, tras conversaciones con los propuestos, decidió nombrar a Rogelio Segovia como director de la Escuela, sustituyendo a Emilio Novoa que había sido director desde diciembre de 1949, y cuya dirección fue prorrogada durante un año<sup>6</sup>.

Rogelio Segovia, en el año 1939, era administrativo en los servicios centrales de la Dirección de Correos y Telégrafos en Madrid. Quizás por el entorno que le rodeaba ingresó en el año 1941 en la Escuela Oficial de Telecomunicación donde se graduó cinco años después en la promoción XIX formada por 15 ingenieros, entre los que también figuraban Narciso García Redondo, Joaquín Gómez Barquero y Carlos Angulo Carranza, que serían posteriormente catedráticos de la Escuela ocupando papeles relevantes en la vida de la misma pues, aparte de su función docente, el segundo fue varios años secretario académico y el primero director de la Escuela en el período 1974/1980. Carlos Angulo, después de una larga estancia en la Universidad de Brown (EEUU), pasó unos años en la Escuela de Madrid y luego marchó a la de Barcelona, de la cual fue uno de sus directores.

Acabada la carrera no continuó su vida profesional en el Cuerpo de Ingenieros de Telecomunicación de la Dirección de Correos y Telégrafos, sino que se incorporó al Instituto Torres Quevedo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Bueno será recordar que en la España de finales de los cuarenta la única institución donde se podía hacer investigación era en el CSIC. Buena, regular o mala, era la que se hacía y como se podía. De aquí, Rogelio Segovia pasó a los Laboratorios de Instrumentación Electrónica de la recién creada Junta de Energía Nuclear, actualmente CIEMAT, situada junto a la actual Escuela, y desde aquí, con una beca del Ministerio de Asuntos Exteriores, se trasladó a la Universidad de Stanford, California, EEUU, durante el curso 1950/51 para seguir estudios de posgrado, volviendo a la Junta hasta que en el año 1955 obtuvo por oposición la Cátedra de Electrónica de la Escuela.

---

<sup>6</sup> Para una historia detallada de Emilio Novoa y los anteriores directores de la Escuela puede consultarse el libro *Los directores de la Escuela de Telecomunicación en su primer medio siglo (1913-1966)*. Rocío Da-Silva. Servicio de Publicaciones de la ETSIT. Madrid, 1997.

Cuento este itinerario curricular para comprender que un nuevo perfil de profesor se incorporaba al Claustro con dos rasgos que tendrían trascendencia para la vida de la Escuela: la importancia de la investigación y el conocimiento de otras formas de organización y metodologías docentes en universidades extranjeras prestigiosas. Fruto de este perfil fue que el nuevo director y su equipo fomentaran la formación de grupos de estudiantes de los últimos cursos que comenzaran a «investigar» y ampliar sus conocimientos en centros de universidades de Europa y de Estados Unidos, como ya se indicó anteriormente.

En febrero de 1966 se dio un paso más en la incorporación de las enseñanzas de ingeniería al ámbito universitario con la autorización para agrupar las Escuelas Técnicas Superiores en Institutos Politécnicos y Universidades, y se creó el Instituto Politécnico Superior de Madrid que agrupaba a las nueve Escuelas existentes entonces: Arquitectura; Aeronáuticos; Agrónomos; Caminos, Canales y Puertos; Industriales; Minas; Montes; Navales, y Telecomunicación. El presidente del Instituto tenía la consideración de rector de Universidad (Decretos 109/1966 de 2 de febrero y 171/1966 de 16 de junio).

Finalmente, en el año 1971 se crean las Universidades Politécnicas de Madrid, Barcelona y Valencia, únicas que han existido con tal denominación hasta el año 2000 en que se creó la Universidad Politécnica de Cartagena. En el resto de España las Escuelas Técnicas Superiores se integran dentro del conjunto de la Universidad, constituyendo Centros Politécnicos o aisladas, dependiendo de su número y de las características propias de la Universidad. El primer rector de la Universidad Politécnica de Madrid fue José Luis Ramos Figueras, que era catedrático de la ETSI de Montes y presidente del anterior Instituto Politécnico Superior.

Las Escuelas de Ingeniería y los Colegios Profesionales no habían aceptado de buen gusto la reducción de las carreras de 7 años (Plan 57) a 5 años (Plan 64) y venían presionando a las autoridades ministeriales para que se ampliara la duración de las carreras. Aducían, como principal argumento, la alta tasa de abandono, el hecho de que apenas un 10% de los estudiantes se graduaban en 5 años, siendo la duración media real entre 6 y 8 años. Esto era cierto, pero la causa final estribaba en la resistencia atávica del profesorado a reducir y modificar los contenidos, las metodologías docentes y las actitudes de evaluación.

Fruto de la resistencia y de la presión del mundo de la ingeniería y de la debilidad del Gobierno de la nación en los años postreros del régimen del general Franco, en 1974 se reordenan otra vez las Enseñanzas Técnicas permitiendo que los planes de estudio pudieran extenderse a 6 años sin aumentar los contenidos. Recuerdo que en la reunión de la Junta de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid en la que se tomó la decisión de cambiar a 6 años la Escuela de Telecomunicación fue la única que votó en contra, con lo cual se inició la etapa de «modificación» del Plan 64, de ahí la denominación de Plan 64-M. Bendita oportunidad, pues la modificación fue de tal magnitud que dio como resultado un auténtico cambio de planificación y orientación de los estudios.

Cuadro 20.8. Relación de catedráticos y encargados de Cátedra		
Grupo de cátedra	Nombre y apellidos (1968)	Nombre y apellidos (1980/81)
I. Matemáticas I	Mariano Ros Giner	Fernando Arriaga Gómez
II. Física	Eduardo Gil Santiago	José María de Juana Sardón
III. Química	Fernando Burriel Martí	Antonio Rodríguez Rojas
IV. Dibujo. Topografía	Juan Mestre Carretero	Antonio Aventín Pala
V. Ampliación de Matemáticas.	Pablo Rodríguez Álvarez	Rafael Portaencasa Baeza
VI. Electrotecnia	Guillermo Herranz Acero	(el mismo)
VII. Mecánica (c) Informática y T. Sistemas	José Cal Casals	Gregorio Fernández Fernández
VIII. Electrónica I	Antonio Sagrario Rocafort	Antonio Luque López
IX. Tecnología de Fabricación	Manuel García y Gómez-Cordobés	José Antonio Martín Pereda
X. Estadística Matemática	Antonio Rodríguez Rodríguez	Pedro Lagunas Gil
XI. Redes	Wsevolod Warzankyj Poliscuk	(el mismo)
XII. Campos Electromagnéticos	Narciso García Redondo	(el mismo)
III. Electrónica II y III	Rogelio Segovia Torres	Elías Muñoz Merino
XIV. Electrometría (c) Sistemas Digitales	Fabián Fernández de Alarcón	Carlos López Barrio
XV. Líneas y Cables	José María Arto Madrazo	Aníbal Figueiras Vidal
XVI. Antenas	José María Pardo Horno	Jesús Sánchez Miñana
XVII. Sistemas de Telecomunicac.	Gaudencio Gella Iturriaga	José M. Hernando Rábanos
XVIII. Emisores, Receptores...	Luis Urquí Marín	Luis Mercader del Río
XIX. Microondas	Ricardo Valle Sánchez	Vicente Ortega Castro
XX. Organización de Empresas	Rodolfo Argamentaría García	Francisco Fernández Marín
XXI. Radiolocalización	Antonio Millán Hernández	(el mismo)
XXII. Electroacústica. Televisión	Eugenio García Calderón	(el mismo)
XXIII. Telegrafía y Datos	José Sánchez-Pardo y Méndez	Juan B. Riera García
XXIV. Sistemas Telefónicos	J. Luis Fernández García	Jesús Rivero Laguna
XXV. Servotecnia	Joaquín Gómez Barquero	(el mismo)
XXVI. Instrumentación Electrónica	Antonio Fernández Huerta	Miguel Aguilar Fernández
XXVII. Ordenadores Electrónicos	Rafael Portaencasa Baeza	Fernando Sáez Vacas

En septiembre de 1972, inesperadamente, había fallecido Rogelio Segovia y le sucedió en la dirección de la Escuela Narciso García Redondo, que continuó la línea emprendida años atrás favoreciendo la incorporación de una nueva saga de catedráticos y profesores jóvenes aprovechando las jubilaciones de varios profesores de la antigua Escuela que procedían en gran medida de los Cuerpos de Ingenieros de las Administraciones Públicas. A partir de 1970 se empezó a producir una renovación de catedráticos como puede comprobarse comparando los nombres de los mismos en el año 1968 y en el año 1981 (cuadro 20.8).

El Plan 1964-M (véase cuadro 20.9) supuso una auténtica renovación y modernización de las enseñanzas. Fue posible porque hubo un profundo cambio generacional en el profesorado. Entre las características comunes a buena parte de estos profesores estaban la dedicación exclusiva a la Escuela, el haber estudiado en el extranjero, el iniciar trabajos de investigación y desarrollo (I+D) e ir construyendo grupos de I+D. El entorno exterior ayudaba a este cambio. Las retribuciones del profesorado en exclusiva (catedráticos, agregados y adjuntos) permitían vivir «del altar» con dignidad; había presupuestos para investigación (Fondo de Investigación Universitaria —FIU— de alrededor de 5 millones de pesetas por año al final de los años setenta); becas de Formación de Personal Investigador —FPI— con 4 o 5 becas anuales; en el año 1973 se creó la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica —CAICYT—, que distribuía, en convocatorias abiertas en régimen competitivo, fondos para proyectos de investigación, en los que pronto la Escuela destacó entre la comunidad universitaria politécnica por su participación en los mismos, sirviendo como ejemplo el que en el período 1981/1983 se ejecutaban nueve proyectos con una financiación total de unos 40 millones de pesetas, financiación que permitía el equipamiento y gastos para asistencia a congresos nacionales e internacionales y visitas a centros y laboratorios extranjeros. La producción científico-técnica alcanzó en el año 1981 la publicación de alrededor de 276 artículos en revistas y ponencias de congresos de los cuales 108 eran extranjeros.

Con el Plan 64-M se abandonan enseñanzas tradicionales tales como Mecánica, Tecnología de Fabricación, Electrometría, Topografía y las «marías»; se da un primer paso para «la digitalización», introduciendo o ampliando materias de Electrónica Digital y Circuitos Integrados, de Informática y Ordenadores y de Telemática; aparecen asignaturas de corte histórico, sociológico y económico, y la elaboración del Proyecto Fin de Carrera cobra una dimensión importante al constituir más de la mitad del esfuerzo del estudiante en el nuevo (sexto) curso añadido a la carrera.

A partir del segundo ciclo (cursos 4.º, 5.º y 6.º) se cuatrimestralizan las asignaturas y se ofrecen al estudiante agrupadas por áreas de especialidad en torno a una división inicial en Comunicaciones, Electrónica y Telemática. Con una gran variedad y riqueza de oferta de enseñanzas que respondía a los conocimientos de un número cada vez mayor de profesores, el estudiante ejercía su libertad de elegir y configurar casi un tercio de su currículum.

Cuadro 20.9. **Plan de Estudios 1964-M (1976)**

<b>PRIMER CURSO</b>	<b>CUARTO CURSO</b>
Álgebra Lineal Cálculo Infinitesimal Física General Química Dibujo Técnico	Análisis Numérico Sistemas de Telecomunicación Redes II Electrónica de Circuitos II Economía Laboratorio (optativo) Optativas (3 asignaturas)
<b>SEGUNDO CURSO</b>	<b>QUINTO CURSO</b>
Ampliación de Matemáticas Electricidad y Magnetismo Redes (Análisis y Síntesis) I Electrónica de Dispositivos Laboratorio de Electrónica Fundamentos y Función de la Ingeniería	Organización de Empresas y Legislación Laboratorio (optativo) Optativas (5 asignaturas)
<b>TERCER CURSO</b>	<b>SEXTO CURSO</b>
Estadística Campos Electromagnéticos Teoría de la Comunicación Electrónica de Circuitos I Laboratorio de Electrónica Electrotecnia Fundamentos de Ordenadores Sociología	Elaboración Proyecto Fin de Carrera (PFC) Optativas (4 asignaturas)
<b>ÁREAS DE ESPECIALIDAD (A partir de 4.º curso)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Comunicación-Radio</b></li> <li>• <b>Comunicación-Transmisión</b></li> <li>• <b>Informática-Transmisión</b></li> <li>• <b>Control de Sistemas y Procesos</b></li> <li>• <b>Electrónica-Equipos</b></li> <li>• <b>Electrónica-Dispositivos y Circuitos</b></li> </ul> <p>Se ofertan 35 asignaturas cuatrimestrales y 27 Laboratorios Cuatrimestrales, agrupadas en secuencias que conducen a una especialización en un área. El estudiante elige.</p>	

En su estructura básica el Plan 64-M permaneció hasta el año 1994, aunque dada su flexibilidad se fueron introduciendo y cambiando algunas asignaturas y programas, al tiempo que cambiaba la organización del profesorado pasando de la tradicional agrupación en Grupos de Cátedra a otra más funcional en

Departamentos. En 1985 (BOE de 23 de abril) se lleva a cabo una modificación parcial del Plan 64-M introduciendo materias relacionadas con la digitalización de las tecnologías de producción, almacenamiento, transmisión y recepción de información, sobre todo asignaturas de Tratamiento Digital de la Señal, Sistemas Digitales y Microelectrónica y Fundamentos de Telemática, así como otras más ajenas al ámbito estricto de las telecomunicaciones como Bioingeniería o Energía Solar Fotovoltaica que reflejaban saberes de profesores de la Escuela.

## **SE ACABA EL MONOPOLIO: LA ESCUELA DE BARCELONA**

Como decíamos anteriormente, en 1971 se había constituido la Universidad Politécnica de Barcelona<sup>7</sup>. Por aquel entonces, hablar de ingenieros en Barcelona era hablar de los Ingenieros Industriales y «La Escuela de Ingenieros» era evidentemente la de Ingeniería Industrial, de larga tradición y merecido prestigio.

Con la recién creada Universidad y con los aires de aumentar el número de ingenieros, las instancias académicas y profesionales se plantearon la ampliación de carreras. En las negociaciones y presiones para decidir la elección, el grupo de ingenieros de Telecomunicación que constituían la rama o sección del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación jugó un papel importante. Para aquellos ingenieros no había duda de cuál era la mejor opción. Convencidos de la importancia de esta ingeniería, del desarrollo de la industria de la electrónica en Cataluña y del progresivo despliegue de los servicios, desarrollaron una actividad extraordinaria y contribuyeron notablemente a la decisión final del Ministerio de Educación en Madrid y la Universidad Politécnica en Barcelona. Justo es reconocerlo, recordando algunos nombres como Fernando Sánchez Contador (Telefónica), Pedro Linares Cortadillo (Standard Eléctrica SA), Luis Roiz Noriega y Vicente del Fraile (Philips) y Agustín Roldán (Correos y Telégrafos).

La creación de la Escuela de Barcelona se enmarcaba dentro de un acuerdo entre el Gobierno español y el Banco Mundial para crear en Cataluña una universidad de tecnología de un nuevo tipo, en la misma línea de las Universidades Autónomas recientemente creadas en Madrid y Barcelona.

En octubre de 1971 dan comienzo las actividades de la nueva Escuela que se ubicó en la ciudad de Terrassa, en una Escuela de Formación Profesional. El Rector de la UPB, Víctor de Buen, nombró a Ricardo Valle Sánchez director-comisario de la Escuela, decisión muy acertada pues situaba a un profesor de gran valía personal y probada experiencia en la gestión académica, ya que llevaba varios años como secretario académico de la Escuela de Madrid.

Ricardo Valle trató de continuar las líneas que habían impulsado el cambio en la Escuela de Madrid, buscando un equipo de profesores en el que com-

---

<sup>7</sup> En 1980 cambió su denominación a Universidad Politécnica de Cataluña.

binaba los de otros centros de la propia UPB, otros reclutados entre jóvenes profesores de la Escuela de Madrid y otros formados en el posgrado en universidades de Europa y Estados Unidos. Nombres como Javier Bará Temes y Ángel Cardama Aznar, ambos doctorados en la Universidad de Brown; Emilio Sanvicente, José Antonio Delgado Penín, José B. Mariño Acebal, Aníbal Figueiras Vidal, Miguel Ángel Lagunas, Luis Castañar y Jesús Galván, hoy catedráticos, son algunos de los primeros con los que Ricardo Valle fue construyendo la Escuela.

No fueron fáciles los primeros años pues en la UPB predominaban los planteamientos de la Ingeniería Industrial poco dados a innovaciones académicas y a perfiles investigadores y un incipiente sesgo nacionalista que no quería profesores funcionarios del Estado, lo cual llevó durante bastante tiempo a categorías de profesores «con asterisco». El plan de estudios que se implantó era el Plan-64 pero también «con asterisco», dado que los programas de determinadas materias muy poco o nada relacionadas con las modernas telecomunicaciones eran sustituidos por otros de tecnologías más actuales y necesarias en las áreas de informática.

Sin embargo, la demanda de los estudiantes creció rápidamente en la década de los setenta hasta llegar a ser una de las Escuelas con más alumnos de la UPB. Esto hizo que hubiera que buscar nuevos edificios e instalaciones, además de situar la Escuela en el entorno de la ciudad de Barcelona. En el curso 1974/75 se produce el traslado a un edificio de la calle Baja de San Pedro, situado en pleno «Barrio Gótico», al lado de una escuela de teatro, música y danza, lo cual, a juicio de algunos, contribuyó a mejorar la formación cultural de profesores y estudiantes en los ámbitos mencionados. No reunía este edificio las condiciones más adecuadas para una Escuela que crecía en estudiantes y profesores, en actividad docente e investigadora y en el año 1978 se produce un nuevo traslado a lo que años más tarde sería el «Campus Nort» de la UPC, detrás del palacio de Pedralves, en la calle Jordi Girona Salgado s/n. Edificio que también quedó pronto pequeño y durante algunos cursos determinadas clases tuvieron que albergarse en pabellones prefabricados situados al lado del edificio principal. Finalmente, en los años noventa, con la construcción del nuevo complejo de la UPC, la Escuela se encuentra en unas modernas y confortables instalaciones donde las actividades docentes, de investigación, de posgrado y de extensión universitaria se llevan a cabo dentro de un «campus universitario».

## **LA DÉCADA DE LOS OCHENTA: CRECIMIENTO Y CAMBIOS**

Acaba la década de los 70 con dos Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de Telecomunicación, las Universidades Politécnicas de Madrid y Barcelona, con los Planes de Estudio 64M en Madrid y el 64 con «asterisco» en Barcelona, con una actividad de I+D notable en el ámbito universitario nacional y con un fuerte crecimiento de estudiantes y de graduados. Así, en el curso 1979/80 el número de estu-



*La demanda de los estudiantes creció rápidamente en la década de los setenta hasta llegar a ser una de las Escuelas con más alumnos de la UPB. Esto hizo que hubiera que buscar nuevos edificios e instalaciones, además de situar la Escuela en el entorno de la ciudad de Barcelona*

---

diantes matriculados era de 5.147 de los que 3.341 lo eran de la Escuela de Madrid y 1.806 de la Escuela de Barcelona. El número de graduados fue de 284, de los cuales 225 lo fueron en Madrid y 59 en Barcelona. El número de profesores era de 346 de los que 201 correspondían a Madrid y 145 a Barcelona. Compárense estas cifras con las del cuadro 20.7 para comprender que en una década se habían más que duplicado todos los indicadores<sup>8</sup>.

En el primer trimestre del año 1981 se suceden los hechos significativos para la vida académica de la Ingeniería de Telecomunicación: Rafael Portaencasa Baeza es elegido rector de la Universidad Politécnica de Madrid, constituida entonces por veinte centros ya que a las nueve Escuelas Superiores que la habían constituido en 1971 se habían agregado una Facultad de Informática, creada en 1976, y diez centros de las antiguas escuelas de peritos que habían pasado a denominarse Escuelas Universitarias de Ingeniería Técnica, entre las que se encontraba la de Telecomunicación.

Rafael Portaencasa era ingeniero de Telecomunicación y Licenciado en Informática, catedrático de la Escuela de Telecomunicación de Madrid y, en el momento de ser elegido rector, decano-comisario de la recién creada Facultad de Informática. Las «Tecnologías de la Información y las Comunicaciones» (TIC) cobraban importancia política en la Universidad Politécnica de Madrid y significaban una puesta de largo oficial de la Ingeniería de Telecomunicación a la par con otras ingenierías como Caminos e Industriales que eran las más conocidas y prestigiadas entonces. El nuevo rector imprimió un nuevo carácter a la Universidad, y ayudó bastante al desarrollo de los dos centros aludidos.

También en la Escuela de Telecomunicación de Madrid hubo relevo en el equipo directivo. Aquella generación que acabó en los años sesenta, que continuó estudios en el extranjero, que hizo de la dedicación exclusiva y de la investigación dos de sus rasgos principales, pasó a dirigir la Escuela siendo su cabeza representativa y director electo Vicente Ortega, que sustituyó a Narciso García Redondo, que había representado dignamente a una generación de profesores que poco a poco, por imperativo de la edad, había ido dejando el paso a otros profesores jóvenes. A punto estuvo de irse al traste este relevo pues el 23 de febrero de 1981 tuvo lugar el golpe de Estado que, de haber triunfado, habría supues-

---

<sup>8</sup> «Reciente historia de la enseñanza en el sector». Revista BIT, n.º 100, págs. 82-86, diciembre 1966.

to la vuelta atrás de muchas cosas, entre ellas la incipiente «autonomía universitaria» y la posible vuelta al extranjero de algunos de los profesores de la nueva generación.

En agosto de 1983 fue publicada la Ley de Reforma Universitaria, la denominada LRU, que tanta importancia habría de tener en la configuración y actividades del mundo universitario en los veinte años siguientes. Las universidades debían adaptarse al nuevo mandato de la Constitución Española de 1978 que en su artículo 27.1 dice: «Se reconoce la autonomía de las Universidades, en los términos que establezca la Ley».

Los años siguientes fueron de gran actividad política y administrativa en las universidades: redacción de Estatutos, reorganización departamental, nuevos claustros y órganos de gobierno. Desapareció por completo la presencia y la actividad de los partidos políticos en la vida universitaria que se profesionalizó, dedicada a la enseñanza, a la investigación y a la creciente colaboración con el mundo empresarial. El artículo primero de la LRU añadía a las clásicas funciones de la universidad tales como la creación y transmisión de conocimientos científicos, técnicos y artísticos, la de prestación de servicios a la sociedad, función que se desarrollaría a través del artículo 11 que autorizaba a la universidad y a sus profesores a contratar servicios docentes e investigadores con empresas y entidades públicas y privadas.

Esta última función, contratación con empresas de trabajos de I+D, tuvo gran importancia para las Escuelas de Telecomunicación que mostraron, incluso antes de la LRU, un interés, poco habitual en otros centros universitarios, en establecer colaboraciones con el mundo empresarial, orientando su investigación a programas insertados en la realidad de las tecnologías del momento y adquiriendo recursos e infraestructuras que mejoraban las escasas que provenían directamente de los presupuestos ordinarios de la universidad. Como botón de muestra de esta actividad, llevada a cabo inicialmente a través de la Fundación Universidad-Empresa, puede verse el cuadro 20.10 que muestra la contratación de la Universidad Politécnica de Madrid con empresas e instituciones.

Puede apreciarse que más de la mitad de la contratación se efectuaba en el sector de las tecnologías de la información, siendo la mayor parte de ella realizada en la Escuela de Telecomunicación citada.

Esta actividad era fruto sin duda del buen momento que atravesaba el sector de lo que entonces se denominaba «las Tecnologías de la Información» (Electrónica, Informática, Telecomunicaciones) que crecía a ritmos cercanos al 10% y que demandaba más graduados de los que el sistema académico era capaz de producir. Este fenómeno produjo una cierta preocupación en el sector y desde varias instituciones se pusieron en marcha estudios y programas para resolver, o al menos paliar, este problema. Una de estas instituciones fue Fundesco, Fundación de la Compañía Telefónica Nacional de España, que, como resultado de un proyecto de colaboración con la Escuela de Madrid, publicó en el año 1986 el

Cuadro 20.10. Contratación de la UPM con empresas e instituciones					
SECTOR	Año 1987		Año 1988		Incremento 87-88
	N.º Contratos	%	N.º Contratos	%	
• Electrónica, Informática, Telecomunicaciones					
• Recursos Naturales y Minería	125	56	170	44	+45
• Agroforestal	45	20	91	24	+46
• Aeronaval	20	9	52	13	+32
• Construcción, Arquitectura, Urbanismo	18	8	35	9	+17
	11	5	33	8	+22
• Otros	5	2	6	2	+1
TOTAL	224		387		+163
• Gestión a través FGUPM	119		225		+106
• Gestión otras Fundaciones Escuelas	105		162		+57
• Ingresos estimados UPM (miles Pts.)	3.340		4.456		
• Ingresos estimados FUE (miles Pts.)			2.704		
• Ingresos estimados totales (miles Pts.)			7.160		

libro *Formación de técnicos e investigadores en tecnologías de la información: Análisis de la oferta y la demanda de estos profesionales en España*.

En este informe se calculaba una demanda de titulados superiores y técnicos de 21.250 en el período 1985-1988, frente a una oferta de 14.966. Entre los titulados se consideraban no sólo los ingenieros de telecomunicación y licenciados y diplomados en informática, sino los procedentes de especialidades de electrónica o control de otras ingenierías y licenciaturas. Para los Ingenieros de Telecomunicación la oferta prevista de graduados era de 1.367 en el período mencionado y la demanda restringida a las áreas más propias se estimaba en 3.175<sup>9</sup>. Había, pues, un desajuste muy fuerte.

Entre las recomendaciones que se hacían en el informe figuraba una que proponía la creación de centros en: Andalucía, País Vasco, Las Palmas, Alcalá de

<sup>9</sup> Los cálculos de la demanda tomaban como base otros informes publicados, tales como:  
— *Nuevas Tecnologías, Economía y Sociedad en España*. Manuel Castells. Alianza Editorial, Madrid, 1986.  
— «Estudio de la demanda de Ingenieros de Telecomunicación». Estudio realizado por NTP, SA, para el COIT y la AEIT. Madrid, 1986.

Henares, Castilla-La Mancha y Castilla y León, es decir, seis nuevas escuelas o ampliación de las existentes. Conviene señalar que en el año 1984 se había creado la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación en Vigo, en el campus dependiente de la Universidad de Santiago de Compostela, que comenzó su actividad en el curso 1985-86. Esta Escuela nació gracias al interés y el esfuerzo del profesor Aníbal Figueiras Vidal, que fue nombrado primer director-comisario. Había, pues, en el año 1986 dos Escuelas de Ingenieros de Telecomunicación: Madrid y Barcelona, funcionando a pleno rendimiento y produciendo alrededor de 300 graduados en el año 1985 con una previsión de 390 en el año 1988, y una Escuela en Vigo cuya primera promoción estaba prevista para el año 1991/92.

Este informe, coordinado por Ricardo Valle y Francisco Ros de Fundesco y Vicente Ortega por la Universidad Politécnica de Madrid, tuvo amplia difusión en el sector y, cómo no, se alzaron algunas voces con tintes corporativistas diciendo que nueve escuelas en España era un disparate. Veinte años después, cuando se publica esta crónica, el número de centros en que se imparten las enseñanzas de la Ingeniería de Telecomunicación en España es de 24. Esto sí puede que sea un disparate, pero a la recomendación hecha en 1986 sólo se la podría tildar, en todo caso, de excesivamente prudente.

Acaba la década de los ochenta con ocho centros que imparten las enseñanzas de la Ingeniería de Telecomunicación, pues a los tres mencionados anteriormente se unen los creados en las Universidades del País Vasco, en Bilbao, en el curso 1986/87; en la Universidad Politécnica de Valencia, en el curso 1988/89; en la Universidad de Málaga, en el curso 1988/89; en la Universidad de Cantabria, en Santander, en el curso 1989/90, y en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, que había puesto un segundo ciclo partiendo de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica en el curso 1985/86.

En el año 1990, la oferta de plazas para el primer curso en los ocho centros existentes era de 1.789 y el número de graduados en las tres escuelas iniciales era de 460<sup>10</sup>. El número de ingenieros casi se había duplicado en una década, pero seguían siendo insuficientes según las previsiones de la demanda del mercado.

## **EL FINAL DEL SIGLO XX: EXPLOSIÓN DE CENTROS Y ENSEÑANZAS**

Después de la reorganización administrativa de las universidades y de las escuelas llegó la segunda etapa de la reforma prevista en la LRU: la reorganización de las enseñanzas y de los planes de estudio. Las directrices generales habían sido fijadas por Real Decreto en el mes de diciembre de 1987. Las líneas básicas de esta

---

<sup>10</sup> Estadística Universitaria. Consejo de Universidades. 2002. Probablemente, el número de graduados es algo mayor pues el Consejo sólo registra los titulados con Proyecto Fin de Carrera, habiendo una cifra no determinada de graduados sin PFC que se incorpora al mercado laboral.

*Ya no se puede hablar de un plan de estudios único para todas las escuelas como había sido la tónica hasta tiempos recientes. Sobre la base de las enseñanzas troncales, cada centro elaboraba su propio plan de estudios que debía ser aprobado y homologado por el Consejo de Universidades*

---

reforma iban en el sentido de modernizar las enseñanzas poniéndolas en sintonía con la realidad social de los nuevos tiempos, crear carreras con perfiles demandados por la sociedad, hacer más flexibles y diversificados los *curricula* y reducir las duraciones reales de los períodos de graduación. Se adopta como medida de la carga docente el crédito, equivalente a 10 horas de clases lectivas, teóricas o prácticas, y se fija la carga total por título entre 300 y 375 créditos para las carreras llamadas de ciclo largo —licenciaturas e ingenierías— y entre 180 y 280 créditos para las de ciclo corto —diplomaturas e ingenierías técnicas.

Para las ingenierías esto equivalía de hecho a una vuelta a los cinco años de duración oficial y a una reducción importante de la carga lectiva, ya que, aun yendo al máximo de 3.750 horas de clase, suponía, respecto a la mayor parte de las ingenierías que andaban por 4.500 horas o más, un esfuerzo de reducción considerable.

Otra vez más, buena parte de la ingeniería, tanto en el mundo académico como en los colegios profesionales, se resistió a este cambio y, de hecho, aún quedan actualmente varias escuelas que siguen con el plan de 6 años y la mayoría de ellas no hicieron la reforma hasta finales de los años noventa.

No fue este el caso de las Escuelas de Telecomunicación que muy pronto se incorporaron a las pautas previstas en la reforma, en gran medida porque en el plan 64/M del año 1976 ya estaban contenidas algunas de dichas pautas. Así, en noviembre de 1991 se publicaban en el BOE las directrices generales propias del título de Ingeniero de Telecomunicación y, a partir de ese momento, las escuelas entonces existentes se pusieron a trabajar para elaborar los nuevos planes de estudio. Una vez más la Ingeniería de Telecomunicación se distanciaba del resto de las ingenierías y se adelantaba en la modernización de sus enseñanzas.

Estas directrices generales propias eran un conjunto de normas y un catálogo de materias, denominadas troncales, que fijaban la parte común de las enseñanzas para todos los centros que quisieran impartir un título concreto. A partir de aquí, cada Universidad podía organizar su plan de estudios con una gran libertad, incluyendo un porcentaje de optatividad para que el estudiante pudiera ejercer sus propias opciones y al menos un 10% de enseñanzas de libre configuración que pretendía incluir aspectos que no fueran del núcleo básico de cada carrera con objeto de abrir horizontes nuevos a los estudiantes.

Ya no se puede hablar de un plan de estudios único para todas las escuelas como había sido la tónica hasta tiempos recientes. Sobre la base de las enseñanzas troncales, reflejada en el cuadro 20.11, cada centro elaboraba su propio plan

Cuadro 20.11. <b>Directrices propias de la Ingeniería de Telecomunicación</b>	
MATERIAS TRONCALES	
PRIMER CICLO	Créditos
Arquitecturas de Redes, Sistemas y Servicios	9
Circuitos Electrónicos	9
Circuitos y Medios de Transmisión	9
Fundamentos de Computadores	3
Fundamentos Físicos de la Ingeniería	6
Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería	12
Señales y Sistemas de Transmisión	15
Sistemas Electrónicos Digitales	6
Tecnología y Componentes Electrónicos y Fotónicos	9
Transmisión de Datos	6
Total Primer Ciclo	84
SEGUNDO CICLO	
Arquitecturas de Computadores	9
Comunicaciones Ópticas	9
Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos	6
Instrumentación Electrónica	6
Proyectos	6
Radiación y Radiocomunicación	12
Redes, Sistemas y Servicios de Telecomunicación	15
Transmisión por Soporte Físico	9
Tratamiento Digital de Señales	9
Total Segundo Ciclo	81
<b>TOTAL TRONCALIDAD</b>	<b>165</b>

de estudios que debía ser aprobado y homologado por el Consejo de Universidades. Sobre un total de 375 créditos, la troncalidad de 165 era algo menos del 50%, hecho que fue, y sigue siendo ahora con la proyectada reforma derivada del proceso de Bolonia, muy criticado por quienes prefieren la uniformidad de las enseñanzas. Creo sinceramente, y así lo he defendido en cuantas situaciones he podido, que es mucho mejor dejar libertad a los centros para que, de acuerdo con sus características y las de sus profesores, puedan diferenciarse y ensayar nuevos métodos y nuevos contenidos en una sociedad y con unas tecnologías tan cambiantes.

La década de los noventa trajo consigo el incremento notable de las relaciones de los centros universitarios con el entorno europeo. Ya desde hacía tiem-

po las Escuelas de Telecomunicación mantenían acuerdos con escuelas análogas, sobre todo con las de Francia, y había intercambios de estudiantes y estancias de becarios, y los profesores participaban en congresos científicos europeos. En el año 1986, España ingresó en la, entonces, Comunidad Económica Europea y este hecho produjo, al menos, dos fenómenos notables en el mundo académico.

Para la actividad de I+D, en la cual las Escuelas de Telecomunicación habían demostrado ya una presencia importante en los programas nacionales, la posibilidad de participación en los programas-marco europeos supuso un incremento notable de la financiación de proyectos de I+D, que al tener que ser realizados con universidades y empresas de los países europeos, contribuyó a la internacionalización de los programas de I+D, de los intercambios de profesores y del crecimiento del número de becarios de I+D en los departamentos universitarios. Este hecho se vio, sin duda, favorecido por ser las áreas de las tecnologías de la información y de las comunicaciones prioritarias en los programas europeos y ser España un país recién ingresado, al que había que mimar y con el cual colaborar. Había en las Escuelas de Telecomunicación experiencia y fortaleza y se supieron aprovechar las oportunidades. Como ejemplo ilustrativo, en un informe reciente de Gonzalo León Serrano, vicerrector de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid y catedrático de la Escuela de Telecomunicación (y colaborador de este libro), se muestra (véase cuadro 20.12) la participación de varias universidades españolas en el VI Programa Marco (2000/2006) dentro del conjunto de instituciones españolas que dirigen o participan en proyectos de más de 5 millones de euros de financiación.

En el mismo informe, refiriéndose a la Universidad Politécnica de Madrid, se señala que la ETSI de Telecomunicación figura en una posición muy destacada dentro del conjunto de los centros de la universidad, con 38 proyectos, seguida por la ETSI de Industriales con 16 y la ETSI Aeronáuticos y la Facultad de Informática con 8 proyectos cada una. Esto muestra que aquella actividad que comenzó a finales de los años setenta se ha consolidado. No tengo datos de las Escuelas de Telecomunicación de Barcelona y de Valencia, pero no es aventurado suponer que serán del mismo orden relativo a sus universidades.

Desde el lado docente, en el año 1987 se puso en marcha el programa Erasmus que vino también a incrementar el intercambio de estudiantes de los últimos cursos de la carrera, sobre todo para la realización del Proyecto Fin de Carrera. En el curso 2000/01, 515 estudiantes de la Universidad Politécnica de Madrid cursaron estudios en universidades europeas, de los que 70 eran de la Escuela de Telecomunicación<sup>11</sup>.

Durante la década de los noventa se produce otro hecho significativo que contribuyó, indirectamente, al prestigio de las enseñanzas de la Ingeniería de

---

<sup>11</sup> Memoria 200/2001 de la Agencia Nacional Erasmus. Consejo de Coordinación Universitaria.

Cuadro 20.12. VI Programa Marco de la Unión Europea		
ENTIDADES	N.º Proyectos >5 M€	
	Participados	Dirigidos
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	158	21
Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología	182	16
Universidad Politécnica de Madrid	75	4
Grupo Telefónica	42	5
Universidad Politécnica de Cataluña	49	4
Universidad de Barcelona	46	4
Universidad Autónoma de Barcelona	39	1
Universidad Autónoma de Valencia	33	3
Universidad Autónoma de Madrid	22	0
AIRBUS España	9	1
Universidad de Valencia	25	2
INASMET	29	3
Universidad Pompeu Fabra	21	0
TEKNIKER	19	3

Fuente: Gonzalo León, *Análisis de la participación de la UPM en el VI Programa Marco* —ETSI Telecomunicación—, UPM, febrero 2005.

Telecomunicación y al incremento desmesurado del número de centros. Tal como muestra el cuadro 20.13, en el año 1995 el número de centros era de 14, pues a los ocho existentes en 1990 se habían sumado los centros de la Universidad Pública de Navarra, de la Universidad de Zaragoza, de la Universidad de Valladolid, de la Universidad de Sevilla, de la Universidad Carlos III de Madrid y de la Universidad Alfonso X el Sabio.

Para impedir la excesiva masificación de estudiantes en algunos centros universitarios hacía ya bastante tiempo que se habían establecido cupos de entrada, de modo que con las calificaciones obtenidas en las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU), conocidas como exámenes de selectividad, se clasificaba de mayor a menor nota a los estudiantes y sólo ingresaban en el centro y carrera solicitada en primera opción un número determinado por el cupo. La clasificación del último que ingresaba establecía la «nota de corte».



Cuadro 20.13. Evolución de indicadores de la Ingeniería de Telecomunicación											
1990/1991				1994/1995				2000/2001			
Centros	Oferta	Matric.	Gradua.	Centros	Oferta	Matric.	Gradua.	Centros	Oferta	Matric.	Gradua.
8	1.798	10.172	460	14	2.611	15.008	918	19	3.110	20.072	1.448

Fuente: Estadística Universitaria. Consejo de Coordinación Universitaria.

Este hecho, que se estableció primero para las Facultades de Medicina, se extendió poco después a todos los centros. Los estudios de Ingeniería de Telecomunicación tenían una fuerte demanda que superaba con creces la oferta de plazas en los centros que existían por lo que la nota de corte siempre estuvo por encima de 7, llegando a ser la carrera de nota de corte más alta sólo superada por algunas carreras del área de Ciencias de la Salud que por diversos motivos mantenían una oferta muy limitada. Así, en el curso 1994/95, la media nacional de las notas de corte en las carreras de ingeniería era de 6,60 y la de Telecomunicación era de 7,34, sólo superada por la Ingeniería Aeronáutica con un 7,54 dado que sólo existía un centro en España con una oferta de plazas en primer curso de 330 mientras que ya había 14 centros de Telecomunicación con una oferta de 2.611 plazas.

Esta situación era interpretada equivocadamente por los ciudadanos como que Telecomunicación era una carrera a la vez difícil pero prestigiosa y con empleo asegurado. El grado de dificultad no tenía que ver con la mayor o menor dureza de los estudios sino con la relación oferta-demanda de plazas. Si el prestigio se mide por la demanda, qué duda cabe que «Teleco», como la designan los estudiantes, ha sustituido en apreciación a las tradicionales ingenierías de Caminos e Industriales. Sobre el empleo, cabe decir que varía mucho según la situación del mercado y de la economía. Ya vimos la fuerte demanda de los años ochenta que continuó durante los noventa, pero que cayó fuertemente a partir del año 2000 por el efecto del fenómeno conocido como «burbuja tecnológica». Cayó la demanda justo cuando mayor era la oferta con lo cual la nota de corte también ha caído.

El segundo efecto del tirón de la demanda fue que los responsables académicos de las universidades y los políticos de las Comunidades Autónomas (en el año 1995 las competencias sobre universidades fue traspasada del Estado central a las Comunidades Autónomas) decidieran abrir nuevas enseñanzas de Ingeniería de Telecomunicación, de modo que en el curso 2001/02 el número de centros era de 21 (17 de Universidades Públicas y 4 de Universidades privadas; cuadro 20.14).

A la vista del cuadro 20.14 puede uno pensar que es excesivo el número de centros. Yo creo que no. Además, los últimos datos de los que dispongo (2004) indican que la oferta tiende a mantenerse en alrededor de 3.000 ya que los centros

Cuadro 20.14. <b>Listado de universidades con Ingeniería de Telecomunicación (*)</b>				
COMUNIDAD AUTÓNOMA	UNIVERSIDAD	CURSO 2001/2002		
		Oferta	Demanda	Nota corte
ANDALUCÍA	Granada	—	—	—
	Málaga	238	348	6,70
	Sevilla	325	501	7,15
ARAGÓN	Zaragoza	120	196	7,35
ASTURIAS	Oviedo	80	269	8,26
CANARIAS	Las Palmas	100	105	6,70
CANTABRIA	Cantabria	80	190	7,29
CASTILLA Y LEÓN	Valladolid	200	475	6,61
CATALUÑA	Politécnica	450	600	7,12
	Ramón Llull	—	—	—
GALICIA	Vigo	200	310	6,72
MADRID	Alcalá de Henares	150	211	7,04
	Alfonso X El Sabio	—	—	—
	Autónoma (2002/2003)	—	—	—
	Carlos III	150	234	7,64
	Europea de Madrid	—	—	—
	Politécnica	380	928	8,07
	Rey Juan Carlos (2003/2004)	—	—	—
San Pablo-CEU	—	—	—	
MURCIA	Cartagena	100	70	5,0
NAVARRA	Pública de Navarra	100	100	5,0
PAÍS VASCO	País Vasco	120	431	8,14
	Deusto	—	—	—
VALENCIA	Miguel Hernández	125	104	5,0
	Politécnica	240	362	7,72
TOTALES		3.158	4.705	—

(\*) Las universidades de la Iglesia y privadas no establecen cupos.

con mayor número han disminuido sus plazas a medida que surgen nuevos centros. Por otro lado, la demanda no sólo ha disminuido sino que, además, se ha repartido, con lo cual las notas de corte han bajado.

Previsiblemente para el año 2010, con todos los centros produciendo titulados, la cifra de graduados se acerque a 2.000. ¿Son pocos, muchos o suficientes graduados para la Sociedad de la Información y las Comunicaciones? Si de veras nos creemos que el papel de los Ingenieros de Telecomunicación es importante en esta sociedad yo creo que son suficientes. Asunto distinto es cómo debe orien-

*Está ampliamente reconocido que una Europa del Conocimiento es un factor insustituible para el crecimiento social e individual y un componente indispensable para consolidar y enriquecer la ciudadanía europea, capaz de proporcionar a sus ciudadanos las competencias necesarias para encarar los desafíos del nuevo milenio*

---

tarse la futura formación de la Ingeniería de Telecomunicación, tema que se aborda en el siguiente y último epígrafe.

## **LA DECLARACIÓN DE BOLONIA: NUEVA REESTRUCTURACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS**

El final del siglo xx fue pródigo en «declaraciones» sobre las orientaciones que deberían seguir las sociedades en el nuevo siglo que se avecinaba en casi todos los ámbitos de actuación: cultural, económico, industrial, comercial, político, etc. En el área de la educación superior, 29 naciones europeas, entre ellas España, firmaron en junio de 1999 la «Declaración de Bolonia» que era un *desideratum* para caminar hacia un «Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES)».

La Declaración de Bolonia afirma que: «Está ampliamente reconocido que una Europa del Conocimiento es un factor insustituible para el crecimiento social e individual y un componente indispensable para consolidar y enriquecer la ciudadanía europea, capaz de proporcionar a sus ciudadanos las competencias necesarias para encarar los desafíos del nuevo milenio». Reconocida, pues, la importancia de la sociedad del conocimiento, continúa diciendo: «Debemos prestar particularmente atención al objetivo de aumentar la competitividad del sistema europeo de educación superior. La vitalidad y eficiencia de una civilización puede medirse por la atracción que su cultura ejerce sobre otros países. Tenemos que asegurar que el sistema europeo de educación superior adquiere un alto grado mundial de atracción que iguale nuestras extraordinarias tradiciones culturales y científicas». Preocupaba a los ministros de Educación europeos, como antes a los de Industria o Innovación, la falta de competitividad del sistema educativo.

En función de estos diagnósticos, la Declaración plantea seis objetivos generales que tienen que ver, principalmente, con la enseñanza, con la formación de profesionales. Así, el primero señala la necesidad de «adoptar un sistema de grados fácilmente entendible y comparable para promover la empleabilidad de los ciudadanos europeos y la competitividad del sistema europeo de educación superior». Y el segundo objetivo marca un sistema cíclico cuando indica que hay que «adoptar un sistema basado en dos ciclos: pregraduado y graduado. El acceso al segundo ciclo requeriría completar con éxito las enseñanzas del primer ciclo que durarán un mínimo de tres años. El grado obtenido después del primer ciclo debe

ser relevante para el mercado de trabajo como un nivel apropiado de cualificación. El segundo ciclo debe conducir a los niveles de máster y doctorado».

El primer objetivo tiene que ver con otro concepto clave de la actual sociedad: la globalización. Los sistemas educativos de cada país europeo se han quedado pequeños y un tanto cerrados sobre sí mismos y hay que buscar una dimensión mayor para competir con otros sistemas, el norteamericano principalmente, más claros y más extensos. El mundo educativo debe seguir el camino emprendido por el espacio económico europeo.

El segundo objetivo trata de dar relevancia a la formación de profesionales cualificados para el mercado laboral con el primer grado o título que se obtenga, que debe tener una duración corta. Actualmente, en la mayor parte de los países europeos las enseñanzas se desarrollan de tal modo que los estudiantes obtienen un primer diploma entre los 23 y los 26 años, incluso para carreras cuya duración oficial es de tres años. Las tasas de fracaso son bastante altas y la incorporación al mercado laboral es tardía. Además con el intrincado sistema de títulos se producen conflictos de competencias profesionales que a la postre tienen un reflejo en el mundo académico.

Recordando el poco éxito de la producción o creación de conocimientos y la escasa innovación tecnológica de la sociedad europea frente a la norteamericana, cabe pensar si, en alguna medida, la formación de profesionales tiene que ver con ello. Yo pienso que sí. La formación actual está centrada principalmente en el desarrollo de contenidos disciplinares, en asignaturas diseñadas por los profesores en función, no sólo pero sí de manera importante, de sus puntos de vista y, lo que es peor, de sus intereses. El resultado es una acumulación de contenidos, unos currícula muy densos que convierten el trabajo del estudiante en un ejercicio de repetición de lo explicado por el profesor dejando apenas espacio y tiempo para el desarrollo de su creatividad. La creatividad no es una disciplina, una asignatura que pueda ser explicada en el aula. La creatividad no se enseña, se aprende, y depende de las condiciones en que se desarrolla la enseñanza. La creación, además de libertad, que ya se tiene, requiere reflexión y ésta requiere tiempo, lo cual debe llevar a las universidades e IES a prestar más atención al fomento de la creatividad en los estudiantes mediante la innovación en los contenidos curriculares de las enseñanzas y en los métodos de concebir la formación.

Una de las claves, pues, del estancamiento de la innovación en Europa está en el proceso formativo de los graduados superiores. El proceso cíclico marcado por el segundo objetivo de la Declaración de Bolonia parece buscar el necesario equilibrio entre la formación creativa orientada al mercado, la especialización concreta y la formación de investigadores. El medio plazo lo fijarían las tendencias y la evolución del mercado y se cubrirían con un primer grado suficiente, poco especializado, donde el método fuera tal que se fomentara el aprendizaje y la creatividad; el corto plazo se desarrollaría mediante el grado de máster, flexible y

cambiable según las demandas del mercado, y el largo plazo se haría mediante la formación de doctores, de investigadores donde la creatividad y la producción de conocimientos sería lo fundamental. Es en suma, aunque cueste reconocerlo como tal, el modelo de las mejores universidades norteamericanas.

El mundo profesional también se hizo eco de la Declaración de Bolonia, y en 1999 se constituyó un consorcio denominado «Career Space», formado por las principales empresas europeas del sector de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) para definir las futuras necesidades y perfiles de los profesionales de las TIC para el siglo XXI para ofrecer a la comunidad académica líneas de futuros desarrollos curriculares.

Entre las principales conclusiones de los informes publicados por «Career Space»<sup>12</sup> destacan las siguientes:

- La educación que reciben los estudiantes de TIC debe cambiar para atender las necesidades del sector en el siglo XXI.
- Los graduados en TIC necesitan una sólida base de capacidades técnicas tanto en el campo de la telecomunicación como en el de la informática, con especial atención a una perspectiva sistemática amplia. Precisan aprender a trabajar en equipo y tener experiencia real en este sentido en proyectos donde se realicen distintas actividades en paralelo. Precisan, también, conocimientos básicos de economía, mercados y empresas.
- Además, es necesario que los graduados en TIC adquieran unas buenas capacidades personales, agudeza para comprender plenamente las necesidades de los clientes y de sus compañeros de proyecto y conciencia de las diferencias culturales cuando actúen en un contexto mundial.
- Se recomienda que los currícula de TIC consten de los siguientes elementos básicos:
  - a) Una base científica en torno al 30%
  - b) Una base tecnológica en torno al 30%
  - c) Una base de aplicaciones y un pensamiento sistémico del 25%
  - d) Unos componentes de capacidades conductuales y empresariales del 15%
- Que los currícula de TIC incluyan unas prácticas laborales en el sector empresarial por un período mínimo de tres meses más, como mínimo a trabajar en un proyecto en el que se aplique lo aprendido en clase.

---

<sup>12</sup> «Career Space». Futures skills for tomorrow's world. CEDEFOP. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de la Unión Europea. 2001.

- Debe facilitarse la movilidad de personal entre las instituciones académicas y las empresas de TIC.
- Insta a las universidades europeas a que implanten el modelo de la Declaración de Bolonia, que incluye dos titulaciones sucesivas, a saber: una titulación de primer ciclo (TPC) después de tres o cuatro años de estudios a nivel de Bachelor y una titulación de segundo ciclo (TSC) después de uno o dos años de estudios a nivel de Máster.

## EL FUTURO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN

La Declaración de Bolonia suscitó un gran interés en el mundo universitario y pronto empezaron a formarse grupos de profesores que, apoyados por proyectos de las Administraciones Públicas, organizaron debates y seminarios y llevaron a cabo estudios para ir difundiendo en la comunidad académica las ideas de Bolonia. En el caso de la Ingeniería de Telecomunicación, la Asociación de Empresas de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (AETIC)<sup>13</sup> y el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT), promovieron estudios e informes realizados en colaboración con profesores de la Escuela de Madrid para determinar los perfiles profesionales requeridos para el futuro y poder orientar la confección de los futuros curricula de las enseñanzas de la ingeniería, dando muestras una vez más de la buena sintonía y colaboración entre los ámbitos académico y profesional.

Sin embargo, pronto se comprobó que la situación en todas las ingenierías distaba mucho de ser homogénea y que, una vez más, era mayoritaria la tendencia que apenas quería cambiar la situación actual, como hemos tenido ocasión de comprobar siempre que, desde las instancias políticas, se intentó realizar algún cambio significativo en la reorganización de las enseñanzas técnicas.

Desgraciadamente, los dos equipos ministeriales sucesivos encargados de promover y dirigir la reforma no han acertado a llevarla a cabo de forma clara y decidida. Promulgada la Ley de Ordenación Universitaria (LOU) en diciembre de 2001, en la cual se dedicaba un título completo al proceso del Espacio Europeo de Enseñanza Superior, las universidades se vieron envueltas en procesos de reorganización administrativa y electorales. Cuando, a finales de 2003, estaban preparados los Reales Decretos que reorganizaban las enseñanzas siguiendo las recomendaciones de Bolonia, la proximidad de las elecciones generales de marzo de 2004 y las fuertes presiones de los grupos académicos y profesionales, entre los

---

<sup>13</sup> Asociación constituida por Aniel (Asociación Nacional de Industrias de Electrónica) y SEDISI (Sociedad Española de Industrias de Servicios Informáticos).

*La experiencia enseña que todos los procesos de reorganización de las enseñanzas han sido bastante traumáticos en su desarrollo inicial, pero que al cabo del tiempo se ha avanzado algo respecto a situaciones anteriores*

---

que se encontraban ingenierías muy tradicionales, hicieron aconsejable a los responsables del Gobierno dejar parada la normativa. El nuevo equipo ministerial de Educación y Ciencia resultante de las elecciones, más preocupado en detener una reforma propiciada por el equipo anterior que en llevar a cabo con decisión y claridad un proceso, tardó más de un año, marzo de 2005, en promulgar los Reales Decretos de Grado y Posgrado, que eran esencialmente iguales a los del equipo anterior.

A partir de ese momento, se desataron todas las contradicciones, todos los intereses contrapuestos y variados del mundo académico y ante las vacilaciones, ambigüedades y contradicciones de los responsables del Ministerio nos encontramos, al escribir estas líneas, sin saber cuáles serán las estructuras de las enseñanzas, ni las directrices propias y, lo que es más alarmante, empezando una reforma apresurada y sin sentido de los estudios de posgrado sin conocer la estructura de las enseñanzas de grado.

Es imposible sacar conclusiones de algo que está empezando. La experiencia enseña que todos los procesos de reorganización de las enseñanzas han sido bastante traumáticos en su desarrollo inicial, pero que al cabo del tiempo se ha avanzado algo respecto a situaciones anteriores y, en el caso de la Ingeniería de Telecomunicación, que supo colocarse en las primeras líneas de la reforma, los resultados creo que han sido positivos.

En esta Sociedad de la Información y del Conocimiento que se desarrollará plenamente en este siglo XXI, las tareas de los ingenieros de telecomunicación han cambiado mucho y aceleradamente desde que hace más de una década se elaboró el último plan de estudios. Las tareas de planificación y gestión de redes y servicios, desde empresas operadoras de servicios o desde consultoras, han cobrado gran importancia frente a tareas de fabricación de equipos y sistemas. Por tanto, habría que disminuir, no eliminar, contenidos clásicos de electromagnetismo y electrónica y aumentar contenidos de diseño, planificación, operación y gestión de redes incluyendo aspectos de políticas y regulación de las telecomunicaciones. En cuanto a los métodos sería necesario disminuir la densidad de contenidos y propiciar el trabajo creativo del estudiante a través de la realización de proyectos.

En todo caso, hay que mantener y mejorar la realización de proyectos de I+D de los grupos de profesores y la colaboración, a través de los mismos, con el mundo empresarial y profesional, factores que han sido la clave del éxito pasado de las enseñanzas de la Ingeniería de Telecomunicación.

Como ha dicho, en repetidas ocasiones, el decano del COIT, Enrique Gutiérrez Bueno, en la Sociedad de la Información los ingenieros de telecomunicación deben jugar el papel que en la Sociedad Industrial jugaron otras ingenierías. El reto es importante y la enseñanza superior juega un papel destacado en el mismo. Esperemos que el mundo académico sepa estar, como en ocasiones anteriores, en el lugar que le corresponde.



## OTRAS TITULACIONES

*José María Romeo*

Durante casi medio siglo desde la aparición del telégrafo y el teléfono en España, las actividades derivadas de esta tecnología estuvieron atendidas por el Cuerpo Técnico de Telégrafos, dependiente del Ministerio de la Gobernación, cuerpo con peculiaridades muy particulares, ya que asumía todas las competencias de la explotación de los servicios, técnicas, de tráfico, administrativas, inspectoras y hasta legislativas. Aparte de las razones por las que dependía de un Ministerio no técnico, no parece que pueda hacerse equiparación con los cuerpos de otros Ministerios, ya que no pertenecía a la elite de los de Ingenieros, pero sí tenía mayor consideración que los otros cuerpos de funcionarios, quizás por salario y consideración social era comparable a los oficiales y jefes del Ejército. Es posible que esa especificidad y el que no se considerase necesario un nivel técnico como el de los ingenieros fuera consecuencia de que la preocupación mayor residía en la organización del curso del tráfico de telegramas.

Sin embargo, en la década que comenzó en 1920 se produjo una ampliación del ámbito de competencias de la tecnología que ya se consideraba más de Telecomunicación que de Telégrafos. Había surgido la Radiodifusión y con ésta las compañías de explotación de este servicio y de fabricación de receptores, se había establecido la Compañía Telefónica Nacional de España y la ITT había puesto en marcha Standard Eléctrica como proveedora de equipos, que había dinamizado la explotación de la Telefonía. Pensando posiblemente en que esta nueva situación requeriría de otro personal técnico no funcionario del Estado, como ya lo eran los Radiotelegrafistas, un Real Decreto de 20 de septiembre de 1930, creaba la Escuela Oficial de Telecomunicación, como hemos visto en el capítulo 19.

En esta Escuela se darían las enseñanzas y se expedirían los títulos de:

- a) Auxiliar de Telégrafos.
- b) Oficial de Telégrafos.

*«No sólo los servicios de Telecomunicación del Estado, sino también las Empresas y particulares, necesitan disponer de un personal técnico, en su grado medio, debidamente capacitado y especializado para ayudar a los Ingenieros de Telecomunicación en sus funciones y para dirigir los trabajos de auxiliares, subalternos y obreros»*

---

- c) Oficial técnico de líneas y Oficial técnico de instalaciones y aparatos.
- d) Radiotelegrafistas, Radiotelefonistas y Peritos de Radiocomunicación.
- e) Ingenieros de Telecomunicación.

Para las enseñanzas de estos dos últimos apartados, como ya hemos indicado, podrían concurrir «los españoles o extranjeros que sean expresamente autorizados por la Dirección General, dentro de las limitaciones que se establezcan en cada convocatoria», si bien para las de Peritos de Radiocomunicación tenían que ser radiotelegrafistas. Todas las otras enseñanzas eran internas del Cuerpo de Telégrafos. No cabe duda de que la apertura de las enseñanzas estaba provocada por el auge que había adquirido la Radio y por la realidad de que la Compañía Telefónica Nacional de España formaba a su propio personal.

El director de la Escuela era Félix Sanz Mancebo, y como director de Estudios figuraba el ingeniero Aurelio Suárez Inclán. La Escuela se trasladó en 1934 a la calle Ferraz, esquina a la calle Quintana.

## **AYUDANTES DE TELECOMUNICACIÓN**

Terminada la guerra civil, un Decreto de 13 de enero de 1946 reafirmaba aquella idea de apertura de los estudios de Telecomunicación: «no sólo los servicios de Telecomunicación del Estado, sino también las Empresas y particulares, necesitan disponer de un personal técnico, en su grado medio, debidamente capacitado y especializado para ayudar a los Ingenieros de Telecomunicación en sus funciones y para dirigir los trabajos de auxiliares, subalternos y obreros», y, en consecuencia, estableció que «quedarán suprimidas en la Escuela Oficial de Telecomunicación las enseñanzas de Peritos Radiotelegrafistas, de Oficial Técnico de Líneas y de Oficial Técnico de Instalaciones y Aparatos, estableciéndose en su lugar las de Ayudantes de Telecomunicación, en sus dos especialidades de Radio y de Líneas y Centrales».

Esto suponía la homologación con los demás Cuerpos Técnicos del Estado, en sus dos niveles de Ingenieros y Ayudantes, ya que aunque en algunas especialidades como Industriales el título era de Perito, en el escalafón del Ministerio era de Ayudantes. Las enseñanzas seguían dentro de la Escuela Oficial de Telecomunicación, que se había trasladado a la calle de Conde de Peñalver a un edificio que compartía con los Talleres de Telégrafos. En 1954 y siendo director Emi-

*Durante algunos años las dos Escuelas de Ingenieros y de Peritos compartieron tanto el mismo edificio de Conde de Peñalver como la dirección de Emilio Novoa, que a su vez dirigía la Escuela Oficial y conservaba un cargo directivo en la Dirección General de Correos y Telecomunicación*

---

lio Novoa, se inauguró un edificio en la calle de Conde de Peñalver n.º 19, junto a los edificios de los Talleres y Laboratorio de Telégrafos. La inauguración se hizo coincidir con la entrega de títulos a la XXVI promoción de Ingenieros.

## **LAS ESCUELAS DE PERITOS DE TELECOMUNICACIÓN**

Por la Ley de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas, de 20 de julio de 1957, todas las llamadas Escuelas Especiales, dependientes de los respectivos ministerios de cada especialidad, pasaron al ámbito del Ministerio de Educación y Ciencia. Mientras que las escuelas de ingenieros pasaron a la Dirección General de Enseñanza Universitaria, como Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de cada especialidad, las de Ayudantes y Peritos lo hicieron como Escuelas Técnicas de Peritos de cada especialidad, pero dependiendo de la Dirección General de Enseñanzas Técnicas o Medias. Diferencia muy importante para el profesorado ya que el número de horas semanales de clase para las primeras era de 9 y para las segundas de 18, además de que la práctica docente en las de Peritos no era válida para justificar los 2 años de docencia que se exigía entonces en las oposiciones a plazas en las Superiores.

En el caso de Telecomunicación además de la Escuela Técnica de Peritos del Ministerio de Educación Nacional surgieron otras dos, una en la Universidad Laboral de Alcalá de Henares y otra privada en la institución de La Salle de Villanova, en Cataluña. Los alumnos de ambas escuelas debían revalidar los títulos en la de Madrid.

Durante algunos años las dos Escuelas de Ingenieros y de Peritos compartieron tanto el mismo edificio de Conde de Peñalver como la dirección de Emilio Novoa, que a su vez dirigía la Escuela Oficial y conservaba un cargo directivo en la Dirección General de Correos y Telecomunicación. Compartir las aulas las dos Escuelas fue posible gracias a una curiosa peculiaridad: entonces la dedicación habitual de los profesores era de tiempo parcial, compatibilizando la docencia con otro empleo. En el caso de los profesores de la Escuela Superior este segundo empleo solía ser en el Estado, principalmente en Telégrafos, por lo que igual que cuando la Escuela dependía de allí, no tenían problemas para impartir las clases por la mañana. Sin embargo, el segundo empleo de los profesores de la Escuela de Peritos solía ser en la empresa privada por lo que su disponibilidad docente estaba en las tardes.

*Otra Orden Ministerial, de 29 de Septiembre de 1966, volvía a cambiar la denominación del título por el de Ingeniero Técnico de Telecomunicación y la de la escuela por la de «Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación»*

---

En el caso de la escuela de Peritos de Telecomunicación figuraba como subdirector José Jarque Gracia, que contaba con la ayuda de entusiastas colaboradores, especialmente Alfonso Jiménez de los Galanes y Arturo Ruiz de Tejada, que lograron sacar adelante la Escuela en aquellas difíciles circunstancias, a pesar de su dedicación a tiempo parcial. Hay que tener en cuenta que el cambio de denominación del título supuso el paso de una carrera de dos años a otra de tres y la realización de un Proyecto de Fin de Carrera posterior. Hubo por tanto que crear nuevas asignaturas y contratar profesores interinos, incluidos Catedráticos denominados Encargados de Cátedra, que «crearan» las nuevas asignaturas, al mismo tiempo que empezaban a impartirlas. En 1964 la Escuela de Ingenieros se trasladó a un edificio de nueva construcción en la Ciudad Universitaria. Aunque esto de alguna manera mejoró la disponibilidad de locales, por otra creó un grave problema ya que los laboratorios que eran compartidos se llevaron al nuevo edificio con lo cual los profesores de tercer curso, al que llegaba ese año la primera promoción de Peritos, se encontraron además sin laboratorios. Para alguno fue todo un logro conseguir de Emilio Novoa, por medio de Jarque, 5.000 pesetas para comprar unas tablitas de madera con patas de goma, de las de tapa de retrete, algunas regletas, algún soldador, estaño y diversos componentes para organizar las prácticas de Radio.

## **INGENIEROS TÉCNICOS DE TELECOMUNICACIÓN**

Otra Orden Ministerial, de 29 de septiembre de 1966, volvía a cambiar la denominación del título por el de Ingeniero Técnico de Telecomunicación y la de la escuela por la de «Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación». La escuela de Madrid se integró en la Universidad Politécnica; pero la práctica docente en ella seguía sin ser válida para opositar a la Superior. Este requisito desapareció cuando para todo el profesorado de las Escuelas Superiores y para los Catedráticos de las Escuelas Universitarias se exigió el título de Doctor.

A medida que la carrera era conocida como una ingeniería de nivel medio y la tecnología de telecomunicación se expandía, aumentó considerablemente el número de alumnos y la necesidad de aulas. Hubo que recurrir a fraccionar la escuela y llevar los primeros cursos a las Escuelas de Artes Gráficas en Vallehermoso y de Peritos de Montes en la Ciudad Universitaria. El Ministerio de Educación había urbanizado un nuevo campus en el kilómetro 7,5 de la carretera de Valencia, en el que se asignó espacio para un edificio destinado a la Escuela Uni-

versitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, pero los problemas presupuestarios dieron lugar a que las obras casi finalizadas se interrumpieran y el edificio fuera ocupado por ciertos grupos de personas que sustrajeron todas las instalaciones metálicas de electricidad, agua, etc., además de puertas y ventanas. Cuando se consiguió nuevamente financiación fue más costosa la terminación que si se hubiera iniciado de nuevo. Eso sí, se encontraron unos pozos de época árabe del «valle del cas».

Durante ese período de espera la Dirección General de Correos y Telecomunicación materializó el compromiso de fecha de desalojo del edificio de Conde de Peñalver y hubo que trasladar las clases de tercero y las oficinas de la escuela a la Escuela de Peritos Agrícolas de la Ciudad Universitaria. Fue necesario para ello improvisar laboratorios en la vivienda del conserje en el sótano y dividir aulas con bloques de hormigón. Por fin en 1972 se terminó la obra en Vallecas y se pudo trasladar allí la Escuela, compartiendo el campus sur de la UPM con la facultad de Informática y las Escuelas Universitarias de Informática y de Topografía.

#### Cuadro 21.1. **La docencia, una forma de actualizar los conocimientos**

En septiembre de 1964 me llamó José Jarque para ofrecerme la plaza de Encargado de Cátedra (Catedrático Interino) de Radio, en tercer curso, de la nueva Escuela de Peritos de Telecomunicación, cuya primera promoción había empezado en 1962. Las clases eran de 8 a 10 de la tarde o noche; a pesar de ello yo se lo comenté al director de Radiar en la que trabajaba; éste me animó diciéndome que le parecía muy interesante porque como allí mi principal intervención era en mantenimiento, resolviendo averías, la docencia podía servirme para mantenerme actualizado. Es un curioso comentario que recuerdo muchas veces cuando se defiende la conveniencia de que actúen como profesores, profesionales en ejercicio para que mantengan actualizada la enseñanza. Desde mi punto de vista no cabe duda de que fue el trabajo el que me mantuvo actualizado y que aporté esa experiencia a la docencia; pero estoy convencido de que al tener que explicarla asumí la evolución con distinta mentalidad que si no hubiera sido docente. Pienso en algún caso concreto que profundicé más de lo que necesitaba para la explotación para estar preparado ante alguna posible pregunta de los alumnos.

Creo que merece una explicación por qué me llamó Jarque. Él había sido mi profesor de Prácticas de Radio cuando yo cursaba 5.º curso de la carrera, en 1959, simultaneando con el trabajo como becario en Radiar desde 1963, situación que él conocía y que se ponía de manifiesto en mi actuación en el Laboratorio dentro de mi grupo de cuatro alumnos. El examen final era individual y cada uno tenía que hacer una práctica sacada por sorteo, cuando yo llegué me dijo «ajusta la fuente de alimentación y vete». Cuando se publicaron las notas me había adjudicado un 8 y uno de mis compañeros, ya desaparecido, me comentó «dile que te examine que a lo mejor sacas más»; parece ser que esa era su nota máxima.

En aquel primer momento y sobre la marcha tuve que preparar las dos asignaturas que dependían de la Cátedra, así como las Prácticas, para lo que conté con la ayuda de mi colaborador en la empresa, Pedro Ajo, Ayudante de Telecomunicación que simultaneó la docencia, el trabajo y el estudio hasta hacerse Ingeniero de Telecomunicación y Adjunto por oposición. Sucesivamente y a lo largo del tiempo continué creando y preparando asignaturas como Microondas, Radioenlaces, Comunicaciones Móviles y Fibra Óptica. Por fin y aunque parezca mentira aprobé la oposición a Catedrático en 1985, en veinte años no se habían convocado plazas. En ese largo proceso fui protagonista de los cambios experimentados en las Escuelas.

En el largo peregrinar de la Escuela de Madrid permanecí durante mucho tiempo en Conde de Peñalver, adonde los profesores acudíamos a las horas de clase y esperábamos en la llamada Sala de Profesores. Las aulas tenían una alta tarima con unas enormes pizarras negras en las que se escribía con una tiza polvorienta; pero en las que se podía administrar muy bien el espacio sin tener que borrar nada que hiciera falta posteriormente. En el período de la Escuela de Agrícolas ya ni había Sala de Profesores y las pizarras más pequeñas creaban problemas de adaptación para no tener que borrar algo necesario, que al principio a mí me indujo a escribir con letra más pequeña.

Al llegar al Campus de Vallecas nos encontramos con despachos para los profesores, biblioteca, aulas con pizarras verdes, estrechas pero largas, que permitían buen aprovechamiento y laboratorios espaciosos, Salón de Actos y amplias oficinas. Desde entonces ha ido en aumento la dotación de medios; se impusieron los «retroproyectores», con sus ventajas y sus inconvenientes cuando se abusa de las transparencias y se señala en la pantalla. Por fin se han adoptado los ordenadores portátiles en aulas dotadas de «cañones de proyección» y las instalaciones necesarias. Las dotaciones de los laboratorios han aumentado y han hecho posibles convenios y contratos con empresas. Estas posibilidades y la preparación de tesis doctorales y ponencias en congresos y la dedicación total del profesorado está haciendo posible que sea realidad el comentario de mi director de Radiar, en 1964, de que la docencia puede mantener más actualizado que el trabajo en la empresa.

*José María Romeo*

## **CENTROS QUE IMPARTEN LAS ENSEÑANZAS DE INGENIERÍA TÉCNICA DE TELECOMUNICACIÓN**

En el capítulo 19, y en apartados anteriores de este mismo, hemos descrito la evolución, a lo largo del siglo xx, de las enseñanzas relacionadas con las telecomunicaciones en sus diversos grados. En el caso del nivel medio, las titulaciones han recibido diferentes nombres, como ya hemos visto: Peritos de Radiocomuni-

*El 12 de octubre de 1991, el BOE publicó los Reales Decretos por los que se establecían los nuevos títulos universitarios de Ingeniero Técnico en Sistema Electrónicos, en Sistemas de Telecomunicación, en Telemática y en Sonido e Imagen*

---

caciones cuando la Escuela de Telégrafos se convirtió en Escuela Oficial de Telecomunicación, en 1930, o Ayudantes de Telecomunicación a partir de 1946. En esa fecha se crearon las especialidades de «Radio» y «Líneas y Centrales», al tiempo que se establecía el examen de ingreso en la Escuela.

En 1957 la Ley de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas al aproximar estos estudios a las estructuras universitarias sustituyó el examen de ingreso por cursos selectivos. Y la Escuela de Ayudantes de Telecomunicación se transformó en Escuela de Peritos de Telecomunicación, añadiendo la sección de Electrónica.

Posteriormente, en 1966, pasó a denominarse Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, impartándose las enseñanzas de Ingeniero Técnico en Equipos Electrónicos, Radiocomunicación, Sonido e Instalaciones Telegráficas y Telefónicas (esta última experimentó diversas modificaciones acomodándose a la evolución de la técnica).

En 1974 se creó el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación (cuando la primera promoción cumplía las bodas de plata) y por RD de 8 de abril de 1976 se aprobaron sus estatutos, constituyéndose ese mismo año la primera Junta de Gobierno.

El 12 de octubre de 1991 el BOE publicó los Reales Decretos por los que se establecían los nuevos títulos universitarios de Ingeniero Técnico en Sistemas Electrónicos, en Sistemas de Telecomunicación, en Telemática y en Sonido e Imagen. El Colegio Oficial impugnó estos RD, solicitando que la denominación de los mismos fuera la de Ingeniero Técnico de Telecomunicación. El Tribunal Supremo, según sentencia de 8 de abril de 1994, falló favorablemente, estableciendo que la denominación sea la de Ingeniero Técnico de Telecomunicación seguido, en cada caso, de la especialidad correspondiente.

El número de centros que imparten las enseñanzas correspondientes a las diferentes especialidades ha crecido enormemente en los últimos años, hasta llegar a la situación que se resume en el cuadro 21.2.

## **FORMACIÓN EN EL SENO DE LA EMPRESA**

Durante el primer cuarto del siglo xx todavía se seguían aprendiendo los oficios ayudando en el desarrollo del trabajo, la mayoría de las veces por observación ya que pocos eran los «oficiales» que dedicaban algún interés en enseñar a los aprendices, como se denominaba a los jóvenes, más bien niños, que se iniciaban en el mundo del trabajo. Existían algunas instituciones que tenían por objetivo esa

**Cuadro 21.2. Relación de centros que imparten las enseñanzas de Ingeniería Técnica de Telecomunicación (con indicación de las especialidades impartidas)**

Año de inicio	Centro	Sistemas Electrónicos	Sistemas Tele-comunicación	Sonido e Imagen	Telemática
1945	EUITT Madrid	*	*	*	*
1969	EU La Salle (Ramón Llull)	*	*	*	*
1969	EP Alcalá de Henares	*	*		*
1978	EUITT Las Palmas de Gran Canaria	*	*	*	*
1984	EUP Vilanova y la Geltrú	*			
1987	EUP Valladolid	*			
1988	ETS Cantabria	*			
1990	EUP Mataró				*
1990	EPS Vic		*		
1991	EPS Castelldefells		*		*
1991	EUP Baleares				*
1992	EPS Alcoy				*
1993	EPS Gandía	*	*	*	
1993	EUP Linares				*
1994	EUP Teruel	*			
1996	EUP Manresa	*			
1996	ETS Málaga	*	*	*	
1996	EPS Alfonso X el Sabio, Villanueva de la Cañada			*	
1997	Burjasot (Facultad)	*			
1997	EUP Cuenca			*	
1998	EPS Elche	*	*		
1998	EP Cáceres			*	
1998	EUP Murcia (Universidad Católica)			*	
1999	ETS Cartagena				*
1999	EPS Alicante			*	
1999	EPS Universidad Carlos III, Leganés		*		*
1999	Mérida (Universidad)				*
2000	ETS Bilbao		*		*
2000	Universidad Europea (CEES), Villaviciosa de Odón	*		*	
2000	Universidad San Pablo CEU				*
2001	ETS Cerdanyola (UAB)	*			
2001	ETS Pamplona			*	
2001	EU Tarrasa			*	
2001	EPS Pompeu y Fabra				*
2001	EPS Mondragón		*		*



Año de inicio	Centro	Sistemas Electrónicos	Sistemas Tele-comunicación	Sonido e Imagen	Telemática	
2002	EUIT e INF de Oviedo				*	
2002	ETSIT de Valladolid		*			
2002	ESIDE Deusto				*	
2003	ETSET de Vigo		*	*		
2003	ETSE de Tarragona				*	
2003	EPS Segovia (USEK)			*		
	Totales	41	15	14	15	19

Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.

EU = Escuela Universitaria; EUP = Escuela Universitaria Superior; EP = Escuela Politécnica; EPS = Escuela Politécnica Superior; ETS = Escuela Técnica Superior

función de escuelas de aprendices, normalmente ligadas al Ejército o a la Iglesia, como eran las fábricas de armas y algunos centros docentes de los Salesianos, especialmente, y alguna otra orden religiosa. Bien es verdad que tampoco existía un concepto de gran empresa que pudiera requerir una formación especializada.

En esta situación, cuando en 1924 se constituye la Compañía Telefónica Nacional de España y en 1926 con la creación de Standard Eléctrica, ambas necesitan personal especializado para sus cometidos de explotación y fabricación. En ambos casos las directrices proceden del socio americano que es la International Telegraph and Telephone, y es posible que en su concepto de negocio y de relaciones laborales dentro de él figurase la idea de no contratar personal ya formado y con titulaciones o conocimientos genéricos que les permitieran una cierta libertad de decisión en cuanto a las oportunidades de trabajo. Puede que más bien considerasen conveniente formar a su propio personal en especialidades muy concretas como eran desde las de planta exterior, como celadores y empalmadores de cables, a los propios Ingenieros especializados en Telefonía. Por una parte esta especialización constituía un buen pretexto para no tomar personal ya formado, como podían ser los funcionarios de Telégrafos y los procedentes de las escuelas de salesianos y otras instituciones, y por otra ello constituía un seguro de fidelización ya que sin titulaciones y conocimientos generalistas ese personal no tendría mercado de trabajo alternativo.

En este sentido es interesante recordar cómo la *Revista Electra*, Boletín Extraoficial y Oficioso del Cuerpo de Telégrafos, publicaba, en 1924, un artículo titulado «Lo que nosotros no hagamos, otros lo harán» en el que decía:

«... El Directorio militar, en contra de nuestra manera de pensar, ha concedido a la Compañía Telefónica Nacional, filial de la International Telegraph &

Telephone Co. no sólo la organización, reforma y ampliación de las redes y líneas telefónicas de la nación, sino también la explotación de su servicio durante un período mínimo de veinte años. Nosotros, los telegrafistas hemos salvado la responsabilidad moral exponiendo oportunamente nuestro criterio. Procuremos ahora entendérmola lo mejor posible con la compañía».

«... Hemos perdido la telefonía, miembro querido de nuestra familia. Pero alivia nuestra pena el saber que serán los nuestros, los nuestros precisamente, quienes van a sostener su nueva vida haciéndola más vigorosa y más potente... El empleado que hoy pida la excedencia en Telégrafos para marcharse a otra parte donde tenga más porvenir, no deserta; busca medios de vida que aquí se le regatean».

Pocos fueron los que siguieron ese camino, algunos Ingenieros y casi ningún telegrafista. Por el contrario, años más tarde cuando las Compañías de Cables submarinos telegráficos y de Radiotelegrafía compitieron con el propio Telégrafos estatal, se nutrieron precisamente de funcionarios del Cuerpo Técnico, que en algunos casos quedaban en situación de supernumerarios en el Estado. Esta diferencia con el caso de CTNE puede que estuviera en los salarios más bajos en ésta que en el Estado mientras que eran muy superiores en el caso de las Compañías de Comunicaciones Internacionales, que además seleccionaban a los mejores telegrafistas. Éstas se encontraron con un personal muy bien formado, mientras que CTNE creó un Departamento de Instrucción, con el mismo rango dentro de la organización que los de Conservación, Construcciones, Tráfico, Ingeniería, Comercial y Administración, que en una cierta época constituían la estructura de la Compañía.

La formación más numerosa era la de personal para Construcciones y Conservación en las categorías de Celadores, Empalmadores, Capataces y Encargados de Brigada, en el caso de Planta Exterior, y Mecánicos, Operadores Técnicos y Encargados de Equipo en el de Conservación y en este caso en dos especialidades, Conmutación y Transmisión y Radio. Para valorar esta labor formativa hay que tener en cuenta que en algún momento la plantilla de Construcciones fue del orden de los quince mil empleados. De la misma magnitud era la de tráfico formada por Operadoras Telefonistas, Vigilantes y Jefas.

De las categorías de Encargados, tanto de Brigadas como de equipos, se seleccionaba a los Técnicos, categoría asimilada años después a los Ayudantes de Ingeniero, Peritos e Ingenieros técnicos sucesivamente, y en un cierto momento a una categoría de Ayudantes de Explotación Provincial, que reunió a una pléyade de magníficos gestores de la que se nombraron durante muchos años a los delegados provinciales de la Compañía.

Al final de la guerra civil, fue necesario contratar a nuevo personal para restaurar las instalaciones dañadas durante la contienda y entonces sí se recurrió a personas procedentes de las escuelas de aprendices de instituciones religiosas, especialmente de los salesianos. También fue interesante la prepara-

ción de técnicos intermedios, que desarrollaron una gran labor. También aquí debe llamarse la atención sobre la «innovación» en palabras actuales que fue necesario desarrollar para suplir las carencias de la posguerra y el aislamiento internacional. Así por ejemplo ante la falta de cobre se recurrió a desmontar conductores de las líneas de hilo desnudo para trefilarlo de nuevo a menor diámetro y emplearlo en la fabricación de cables de pares con cubierta de plomo.

Un aspecto muy importante en este proceso de formación, podríamos decir incluso que continúa, era la selección para pasar de un nivel a otro. La selección constaba de dos fases, una de examen con pruebas escritas y orales, para superar las cuales incluso existían academias particulares, ya que los exámenes eran muy exigentes. Los empleados debían aprobar un curso, en algunos casos de seis meses de duración, con evaluaciones intermedias y finales eliminatorias. No parece exagerado pensar que, por ejemplo, un Técnico había cursado una carrera tan dura como un titulado universitario.

En el ingreso a ese proceso de selección los hijos de empleados tuvieron hasta 1983 una cierta preferencia o ventajas. En esa línea en alguna ocasión parece que se pensó en llegar a un acuerdo con el Ejército para adoptar un sistema similar al de las Compañías de Ferrocarriles, en las que los hijos de empleados realizaban el servicio militar en el Batallón de Movilización y Prácticas de Ferrocarriles, formándose como maquinistas u operarios de vías y obras y al licenciarse entraban como empleados en la Compañía. En el caso de CTNE hubiera sido en Unidades de Transmisiones. Eso no se logró; pero en los años sesenta mediante un acuerdo entre el Ministerio de Trabajo y el Ejército se creó la PPE (Promoción Profesional en el Ejército) y CTNE se adhirió a ella. Para ello se montaron, en algunos cuarteles de Transmisiones, escuelas de Celadores y Empalmadores, con profesorado de la Compañía, a las que se inscribían voluntariamente los reclutas al final del período de instrucción militar y al licenciarse y superar los exámenes de finalización de los cursos correspondientes ingresaban en Telefónica. El final de la experiencia no fue precisamente agradable ya que con la modernización de la planta disminuyeron las necesidades de ese tipo de personal y se creó una lista de espera una vez licenciados, que llegó a demorarse tanto que aconsejó terminar con la experiencia.

Sin embargo, cuando esta experiencia estaba finalizando, en 1975, surgió otra como consecuencia por una parte de un cambio en la organización del Departamento de Instrucción y, por otra, del interés del Gobierno en impulsar la Formación Profesional reglada, esa «cenicienta» del sistema educativo que sigue siendo materia de promoción. Aquel Departamento de Instrucción pasó a denominarse Comité de Promoción y Formación con unos objetivos muy novedosos y atractivos como eran orientar la promoción interna en la Compañía mediante la enseñanza reglada a través del Graduado Escolar, la Formación Profesional, el Bachillerato Nocturno y los Centros Asociados a la Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Fue en cierto modo una utopía que, en cualquier caso, mereció la pena de ser vivida por la ilusión que en ella pusieron los que la llevaron adelante. En la Formación Profesional las prácticas se resolvían con las Escuelas y profesorado del anterior Departamento de Instrucción, pero para las asignaturas de formación humanística, igual que para el Graduado Escolar y el Bachillerato, se reclutaron licenciados de entre los empleados de la Compañía, especialmente Operadoras Telefónicas y representantes de Abonados de Comercial, en algunos casos con cambio de acoplamiento y en otros como Profesores Colaboradores, que era una figura que ya existía en el Departamento de Instrucción.

Superada esa fase, la formación se integró como Servicio primero, y Departamento después, en el Área de Personal y tuvo que enfrentarse a dos retos importantes: en un caso la automatización del servicio interurbano produjo un excedente de Operadoras Telefónicas a las que fue necesario cambiar de puesto de trabajo. El problema era que el cambio no suponía mejora salarial con lo cual el interés de las afectadas por la formación era muy relativo; afortunadamente los cambios no vienen solos y el de la automatización coincidió con el de la informatización y los centros de perforación de tarjetas y de lectura óptica de fotografías de contadores fueron unos buenos colaboradores.

El otro reto fue la instalación de las centrales digitales de conmutación; aquí sí era importante el cambio y a diferencia del otro la formación era necesaria para seguir en el mismo puesto de trabajo. El cambio de trabajar en una central electromecánica al de hacerlo en una electrónica no sólo era de conocimientos, sino de filosofía. Organizar la formación en software a personas acostumbradas a conocer el funcionamiento de cada uno de los relés de una central fue una buena prueba superada con éxito por tres jóvenes ingenieros, alguno de los cuales hijo de un Encargado de Conmutación. Los problemas humanos derivados de un cambio tecnológico, como fue el de pasar de la conmutación electromecánica a la electrónica digital, son algo que pocas veces se considera en los foros de discusión y en las intervenciones de *gurús* de la evolución tecnológica y supone una experiencia que merece la pena haberla vivido.

Por ejemplo, en el aspecto personal afectaba a la figura del encargado de Central; desde siempre un Encargado presumía de «su central», del estado de conservación y funcionamiento y parte de su *autóritas* estaba en que siempre encontraba la avería cuando un Operador recurría a él porque no daba con ella. Cuando esa central se cambiaba por otra digital, asistía al mismo curso de formación que sus operadores, por tanto aparentemente sabía lo mismo que ellos, fue interesante observar cómo a pesar de ello no perdieron la *autóritas* que habían conseguido en el trato humano con su gente. Cuando alguno de los que tuvimos responsabilidad en aquel proceso posteriormente participamos en las entrevistas de selección para Encargados y Técnicos con Operadores que habían estado afectados por el cambio de tecnología, pudimos comprobar de viva voz la satisfacción de aquéllos por haber superado la prueba.

Posteriormente los cambios tecnológicos y organizacionales han llevado a la generalización en la actividad de las empresas; en el caso de la explotación en telecomunicación, tanto desde el punto de vista técnico como desde los de comercial y de gestión no hay grandes diferencias con otras actividades. Igual que en todas ellas la formación interna se orienta a cursos concretos desarrollados la mayoría de las veces por empresas especializadas en formación y tanto presenciales como por *e-learning*.





**Quinta parte**  
**ACTIVIDADES DE I+D+i**





## LOS PRECURSORES ESPAÑOLES

*José María Romeo*

En 1908, Sir John Gavey, primer presidente de la Asociación de Ingenieros Eléctricos del Post Office británico, escribía en sus «Palabras de bienvenida» con las que se abría el primer número del *Post Office Electrical Engineers Journal*: «...en una fecha tan reciente como hace cuarenta años, la telegrafía era la única rama de la ingeniería eléctrica y cuando se fundó, en 1871, la actual IEE, con el nombre de Sociedad de Ingenieros Electricistas, ella representaba la totalidad de nuestros intereses...».

El primero en emplear el término Electricidad fue el físico real británico Willian Gilbert, que vivió entre 1544 y 1603. La Reina Isabel I de Inglaterra le encargó que estudiara cómo mejorar la exactitud de las brújulas usadas en la navegación y, como resultado de sus investigaciones, descubrió el magnetismo terrestre y estableció los fundamentos de las nuevas ciencias de la electricidad y el magnetismo. Hacia 1750 Stephen Gray había demostrado que algunos cuerpos conducían la electricidad, mientras que otros eran aislantes. Y como consecuencia logró transportar la electricidad a distancia a lo largo de un alambre

Poco tiempo después, en el número del 17 de febrero de 1753, del *Scots Magazine* se publica un escrito, fechado en Renfrew el 1 de febrero y firmado simplemente CM, que se considera como la primera propuesta de un telégrafo eléctrico. En el escrito dice: «Tomemos, entonces, un conjunto de hilos, igual en número al de letras del alfabeto, extendidos horizontalmente entre dos lugares dados, paralelos unos a otros y separados entre sí una pulgada aproximadamente...». A continuación explica cómo al final de cada hilo se colocará una esfera ligera y debajo de ésta un trozo de papel u otra sustancia, en el que estará escrita cada una de las letras del alfabeto. Proponía cargar con la máquina eléctrica una pieza de cristal y aplicar ésta a los hilos correspondientes a las letras que se quisieran transmitir. En el otro extremo las esferas atraerían los trozos de papeles con las letras correspondientes. Termina el escrito haciendo consideraciones sobre la distancia a la que puede progresar la electricidad sin disminuir sen-

siblemente y estima que pueden ser entre 30 y 40 yardas; pero advierte que es posible que el aire circundante disminuya aún más la progresión. Para evitar este efecto de la atmósfera propone recubrir los hilos con una capa de cemento de joyería.

En 1795, el médico catalán Francisco Salvá y Campillo describió un telégrafo similar al descrito por CM en el que utilizaba la botella de Leyden en vez de la barra de cristal, para aplicar la electricidad a los hilos correspondientes a las letras.

En 1774 George Louis Lesage propone un plan similar al de CM usando hilos subterráneos, introducidos en un tubo de cerámica con divisiones interiores para cada uno de los hilos, lo que hace suponer que trata de evitar el efecto de la electricidad atmosférica. Charles Agustín de Coulomb inventó en 1776 la balanza de torsión con la que se podía medir con exactitud la fuerza entre las cargas eléctricas y corroboró que dicha fuerza era proporcional al producto de las cargas individuales e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. A partir de ese principio, Lomond sugirió, en 1787, un sistema que utilizaba un solo hilo, y en el que las letras se identificaban por el desplazamiento que producían en las esferas las distintas fuerzas eléctricas enviadas. Luigi Galvani, que vivió entre 1737 y 1798, realizó un estudio sobre las corrientes nervioso-eléctricas en las ancas de ranas y propuso la teoría de la Electricidad Animal, que interesó tanto a Humbolt que incluso realizó experimentos; no así a Volta, que creía que las contracciones musculares eran el resultado del contacto de los dos metales con el músculo y en base a ello construyó su pila. También se interesó el doctor Salvá, que proponía, en 1800, la utilización de ranas como fuente de energía de su telégrafo. Todos estos telégrafos basados en la electricidad estática tenían el inconveniente de la influencia atmosférica e, igual que ya lo decía CM, también lo advierte Salvá en una de sus memorias.

En la última década del siglo XVIII ocurre un acontecimiento que va a influir, de una u otra manera, en la transformación de la sociedad y que, de forma inmediata, da lugar al nacimiento de la telegrafía regular. Entre 1790 y 1795 Francia, en plena revolución, está cercada por las fuerzas aliadas de Inglaterra, Holanda, Prusia, Austria y España, sublevadas Marsella y Lyon y con la escuadra inglesa fondeada en Tolón. En esa situación se decide volver la situación a su favor disponiendo de unos buenos sistemas de comunicación, que permitan al gobierno central recibir información y transmitir órdenes en el más breve tiempo posible. En el verano de 1790 Chappe y sus hermanos empiezan a proyectar un sistema de comunicación que satisfaga esta necesidad imperiosa que ha surgido. A pesar de las experiencias con telégrafos eléctricos que, como hemos visto, se habían llevado a cabo, Chappe se decide por un sistema óptico, en el que como a lo largo de la historia se hagan señales en puntos elevados, pero ya se hace uso de los catalejos con los que esas señales, que representaban información codificada, podían ser visibles a distancias del orden de los 12 kilómetros.

Pero mientras Chappe presentaba su telégrafo, el diputado Eymar anunciaba que era preferible adoptar el invento realizado por Breguet y el español Betancourt y que un simple ensayo del mismo bastaría para demostrar su superioridad. No obstante, como el tiempo acuciaba, se adoptó el sistema de Chappe y se decidió la construcción de la línea París-Lille, de 230 kilómetros de longitud. El día 15 de agosto de 1794 se transmitió por esta línea el primer mensaje anunciando la reconquista de Le Quesnoy.

## LOS ILUSTRADOS

### Agustín de Betancourt

Nació el 1 de febrero de 1758 en Puerto de la Cruz (Tenerife). Tras sus estudios en Tenerife, inició la carrera militar como teniente a los veinte años. Entre 1778 y 1784 cursó estudios en los Reales Estudios de San Isidro y en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, en Madrid. A finales de 1784 viajó a París para ampliar estudios, con una pensión concedida por el rey Carlos III. Se interesó por la física y la geología y, a partir de 1786, estudió hidráulica y mecánica. En 1791 volvió a España para trasladarse posteriormente a Inglaterra, también con una pensión que le permitió perfeccionar sus conocimientos y aplicarlos a numerosos inventos.

Según la memoria presentada en el Instituto de Francia, el sistema propuesto por Betancourt y Breguet, en competencia con el de Chappe, constaba de un mástil, en cuyo extremo superior giraba una aguja, que podía adoptar 10 posiciones. En el anteojo con que se observaba existía una retícula en la que estaban grabados los signos correspondientes a cada posición de la aguja. Se dispone de numerosas referencias de que Betancourt aplicó este sistema en España en 1796 en una línea de telégrafo óptico que desde Madrid trataba de llegar a Cádiz; pero que sólo existe constancia cierta de que llegó a Aranjuez. Efectivamente, en la época en que Betancourt trata de introducir su telégrafo óptico en Francia, está becado por España, y una de sus misiones es comunicar al rey las innovaciones que surgieran en Europa; por tanto, parece evidente que construyera su telégrafo en España.

En 1802 participó como miembro fundador y primer director de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid y, en 1807, por desavenencias con el Príncipe de la Paz, decidió exiliarse voluntariamente y establecerse en París, pero la Guerra de la Independencia entre Francia y España le obligó a cambiar nuevamente su residencia y eligió como destino Rusia, donde permaneció hasta su muerte bajo la protección del zar Alejandro I. Allí obtuvo el grado de teniente general del Departamento de Vías de Comunicación y ayudó a potenciar el desarrollo de la industria. Tras el incendio de Moscú de 1812 intervino activamente en la reconstrucción de la ciudad. Murió el 14 de julio de 1824 en San Petersburgo.

## Francisco Salvá

Francisco Salvá y Campillo nació en Barcelona el 12 de julio de 1751. Hijo de un médico del Hospital General de Barcelona, inició los estudios en el Colegio Episcopal de esa ciudad. Se le consideraba como niño prodigio y el propio colegio le publicó los trabajos que había realizado a los nueve años, sobre gramática; a los doce, sobre retórica y poética, y a los diecisiete, sobre filosofía. Estudió en la Universidad de Valencia y se examinó en la Facultad de la Universidad de Huesca, obteniendo a los veinte años de edad el grado de bachiller en medicina. En Tolosa Languedoc adquirió el doctorado que revalidó en Huesca.

Meses más tarde empezó a ejercer la medicina con notable éxito en la ciudad condal. Fue gran defensor de la vacuna contra la viruela y escribió importantes trabajos sobre diversas enfermedades, entre ellas, la fiebre amarilla. Nunca se conformó con su tiempo y siempre trabajó para investigar y lograr avanzar en el campo de la medicina. Tradujo gran número de trabajos, sintió predilección por la meteorología, inventó aparatos y efectuó durante mucho tiempo tres observaciones meteorológicas diarias que comunicaba para su publicación en el *Diario de Barcelona*.

El doctor Francisco Salvá Campillo murió a los 76 años de edad en Barcelona, el día 13 de febrero de 1828. Cumpliendo su última voluntad se le extrajo el corazón, el cual se encuentra en una urna, junto a sus libros, en la Real Academia de Medicina de Barcelona.

En cuanto a las supuestas experiencias en Aranjuez, Salvá en la primera memoria leída en la Academia de Barcelona, el 16 de diciembre de 1795, decía «...En España se han hecho algunos experimentos sobre esta importante materia (la telegrafía)... La óptica es la que ha proporcionado los instrumentos necesarios para esta nueva e importante arte...». Por tanto, la línea Madrid-Aranjuez que se cita en la bibliografía debe de referirse a la del telégrafo óptico de Betancourt, y que no se cita en ninguna publicación. Asimismo, en la memoria leída el día 19 de febrero de 1800, el propio Salvá no hace ninguna referencia a que hubiera efectuado pruebas en 1798 en una línea de telegrafía eléctrica entre Madrid y Aranjuez. El error puede deberse a que Salvá envió una carta al Príncipe de la Paz, desde Aranjuez, en petición de que presenciara una prueba de su telégrafo experimental.

En esa primera memoria Salvá proponía un telégrafo, similar al de CM, pero en el que utilizaba la botella de Leyden como transmisor y, para recibir las señales, proponía que en el extremo receptor hubiera varios sirvientes sujetando con cada mano uno de los hilos y, al recibir la descarga de la botella de Leyden, aplicada en el otro extremo pronunciaran la letra correspondiente a su par de hilos.

En esta memoria y en la continuación a la misma, leída el 14 de mayo, Salvá exponía sus experiencias sobre galvanismo utilizando ranas y proponía la utilización de éstas como fuente de alimentación de las instalaciones telegráficas.

## *El pensamiento de Salvá parece una visión anticipativa de los problemas de instalación que surgirían al llegar a conseguir la telegrafía eléctrica*

---

Pero lo más importante de su disertación es que hace un completo análisis de la problemática de la telegrafía; es algo así como una descripción de lo que realmente ocurrió medio siglo después de haber sido escrito. El día 2 de febrero de 1804 presentó otra memoria en la que exponía la aplicación de la pila de Volta, desarrollada entre ambas fechas. En esta memoria describía un código para utilizar seis conductores solamente, es decir, anticipaba la transmisión en paralelo del código binario que hoy se utiliza en las conexiones entre ordenadores y periféricos en informática.

Efectivamente el pensamiento de Salvá parece una visión anticipativa de los problemas de instalación que surgirían al llegar a conseguir la telegrafía eléctrica. En este sentido proponía la realización de cables, «*cuerdas*» dice él, de varios conductores con aislamiento de papel y cubierta de resina y su tendido por caños subterráneos. Expone cómo el telégrafo óptico no puede emplearse en la comunicación con una isla, mientras que, haciendo la cubierta del cable impenetrable a la humedad, puede ser el telégrafo eléctrico muy útil en este caso, ya que puede eliminarse el conductor de vuelta.

## **TELÉGRAFOS ÓPTICOS**

Desde aquel intento de Betancourt de construir una línea entre Madrid y Cádiz, que parece que no pasó de Aranjuez, hubo algunos intentos, especialmente los de José Manuel Lerena, para comunicar la Corte con los Sitios reales de San Ildefonso, Riofrío, El Escorial, Aranjuez y el Pardo. Sin embargo, no parece que tuviera mucho apoyo en su empeño y no sólo no se extendió la red sino que ni siquiera nos ha quedado información y documentación sobre sus proyectos. Fue a partir de 1844, cuando José María Mathé desarrolla una gran actividad y en los diez años que transcurren hasta que se estableció el telégrafo eléctrico construyó una red tan extensa como la que había logrado Francia en más de cincuenta años.

En 1846 se inauguró la línea de Madrid a Irún, por Valladolid, Burgos y Vitoria. Posteriormente la de Madrid a Cádiz, por Aranjuez, Toledo, Ciudad Real, Córdoba y Sevilla y, por último, la de Madrid a Barcelona por Valencia con un ramal a Cuenca y otro a La Junquera. Quedaron en proyecto las de Madrid a Pamplona por Zaragoza y un ramal de Sevilla a Badajoz. Su aparato constaba de un bastidor con tres franjas negras alternadas con otras blancas o vacías más anchas, interrumpidas todas ellas en el centro, dejando una columna abierta por la que se movía verticalmente una pieza de altura igual a la de las franjas negras. Esta pieza, llamada *indicador*, podía adoptar doce posiciones con respecto a las franjas, según estuviera en el centro de las blancas, en éstas, tangente a una de las negras adyacentes,

*El telégrafo óptico permaneció en servicio durante medio siglo, ya que su sustitución por el eléctrico comenzó en la década de 1840 y, hasta aproximadamente 1855, no fue totalmente eliminado*

---

o coincidiendo con las negras. Cada una de las doce posiciones correspondía a uno de los signos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, m, x. La m se utilizaba para anular el signo anterior y la x para representar al segundo de dos signos iguales consecutivos.

El movimiento del indicador se efectuaba por una driza o cadena, a partir de un torno accionado por una manivela y de cuyo eje era solidaria una gran rueda dentada dividida en doce partes identificadas con cada uno de los signos. El sistema de codificación utilizado no usaba palabras, sino frases completas, recogidas en un Diccionario Fraseológico Oficial.

Así por ejemplo en el despacho:

4/018/13x02107049/258524567/876534678/593584579/25x409876 cada bloque significaba:

4 Comunicación urgente

018 Comunicación para la torre 18 de la línea principal (0)

13x0 Hora de expedición

21 Día de expedición

07 Número de registro

04 Número de períodos de que consta el despacho

9 Número de cifras de que consta el último período

258524567 «El comandante general del departamento — comunicará al — la orden, para que dé la vela para el puerto de —, a donde se ha servido destinarlo SM»

876534678 «Ferrol»

593584579 «Navío Soberano»

25x409876 «Cádiz»

Por tanto el texto del despacho sería: «El comandante general del departamento del Ferrol comunicará al Navío Soberano la orden, para que dé la vela para el puerto de Cádiz, a donde se ha servido destinarlo SM».

El telégrafo óptico permaneció en servicio durante medio siglo, ya que su sustitución por el eléctrico comenzó en la década de 1840 y, hasta aproximadamente 1855, no fue totalmente eliminado. Esta sustitución y eliminación se refieren a las líneas principales, pero persistió en otras aplicaciones como líneas secundarias, avisos de incendios forestales, en las aplicaciones militares o transmisiones de campaña, que hemos visto, y en la comunicación desde la costa con los barcos en las proximidades de ésta.

La supervivencia de la telegrafía óptica supone un fenómeno o circunstancia que se repite a lo largo de la historia de las comunicaciones. Cuando un sistema se retira de una aplicación importante, por aparecer un nuevo sistema más ventajoso, el anterior se destina a aplicaciones para las que sigue siendo útil y a las que no se aplicó anteriormente por estar dedicada toda la atención a la necesidad prioritaria.

Como puede observarse, la vida activa del telégrafo óptico fue muy prolongada, prácticamente medio siglo como sistema principal y otro medio como secundario. Si se tiene en cuenta la extensión de la historia completa de la telecomunicación, aproximadamente en la mitad de ella ha estado presente el telégrafo óptico y en una cuarta parte larga ha sido la telecomunicación. Con todos sus inconvenientes de fiabilidad por la noche, la niebla, la lluvia, etc., esta larga permanencia indica que satisfacía la necesidad de comunicación que tenía la sociedad y, desde luego, que era el procedimiento que mejor la satisfacía, con los medios que el estado de la tecnología permitía.

## MILITARES TELEGRAFISTAS

Las llamadas genéricamente Guerras Carlistas abarcaron, en sucesivas etapas, una buena parte del siglo XIX, y durante ellas varios generales emplearon distintos modelos de telégrafos ópticos con fines bélicos. Posiblemente fue como consecuencia de la gran actividad que en algunos países se había llevado a cabo en la utilización de telégrafos ópticos para usos militares, especialmente los ejércitos franceses y británicos, que incluso los habían utilizado en España y Portugal durante la Guerra de la Independencia. Destacamos los más importantes.

### General Santa Cruz

Durante las Guerras Carlistas se construyeron varias redes. La construida, en 1836, en Navarra por el general Santa Cruz constaba de dos líneas que partían de Logroño y se dirigían una a Vitoria a través de La Guardia, Briones, Sierra de Herrera, Miranda de Ebro, La Puebla de Arganzón y Ariñez, y la otra a Pamplona por Argoncillo, Alcanadre, Lerín, Larraga, Puente la Reina y Venta del Perdón. En el Museo de San Telmo de San Sebastián existe un grabado que reproduce la red de fuertes entre Miranda de Ebro y Vitoria, sobre dos de ellos puede verse el dispositivo del Telégrafo. En Logroño este dispositivo estaba instalado en la torre de la Iglesia de San Bartolomé. Existe un ejemplar manuscrito titulado «Diccionario Telegráfico por Don Manuel de Sta. Cruz Director de Telégrafos del Ejército del Norte - Año de 1838» en que se describe el sistema empleado para codificar los mensajes.

*El «Aparato Salamanca» estaba compuesto básicamente por un mástil y dos aspas que podían adquirir tres posiciones: la primera horizontal, la segunda con una inclinación de 45° orientada hacia el suelo y la tercera con la misma inclinación pero orientada hacia el cielo*

---

## **José María Mathé**

En 1849 en Cataluña el propio José María Mathé construyó una red óptica y redactó un Diccionario para su explotación, titulado «Diccionario y Tablas de Transmisión para el TELÉGRAFO MILITAR de noche y día compuesto de orden del EXMO. SEÑOR MARQUES DEL DUERO, Capitán general del ejército y principado de Cataluña por el Brigadier de Caballería Don José María Mathé, Coronel del Cuerpo de E. M. del ejército», Barcelona, 1849. En este caso Mathé simplificó el sistema de codificación y de alguna manera lo racionalizó. El diccionario estaba constituido por páginas en forma de tabla de doble entrada, con diez filas y diez columnas identificadas por cada una de las diez cifras. Los signos m y x se utilizaban, igual que en el anterior, para indicar la anulación y la repetición, respectivamente, del signo anterior. Comparándolo con el de Chappe, para conseguir el mismo número de expresiones serían necesarias 100 páginas, de forma que cada expresión precisaría de cuatro signos.

## **General Salamanca**

En 1863 el general Salamanca construyó líneas ópticas en Levante, con la colaboración del Cuerpo de Telégrafos. En la obra *Pequeña historia de la Telecomunicación española* de E. Rodríguez Maroto figura la transcripción de una comunicación del general Salamanca al director General de Correos y Telégrafos, agradeciéndole la colaboración de los jefes de Telégrafos de Tarragona, Valencia y Zaragoza. Está fechado en Caspe el 13 de noviembre de 1865.

Las líneas que se construyeron en esa ocasión fueron las siguientes:

De Valencia al límite de las provincias de Cuenca, por Chiva y Requena.

De Valencia al límite de la provincia de Teruel, pasando por Liria y Chelva.

De Chiva a Liria y al Júcar.

De Requena a la línea de Teruel.

De Zaragoza a Tortosa, pasando por Caspe, Mequinenza, Flix, Mora de Ebro, Miravet y Cherta, con varios otros puntos intermedios.

De Mora de Ebro a Gandesa.

De Fayón a Fabara, pasando por Nonaspe.

El «Aparato Salamanca» estaba compuesto básicamente por un mástil y dos aspas que podían adquirir tres posiciones: la primera horizontal, la segunda con una inclinación de 45° orientada hacia el suelo y la tercera con la misma incli-



nación pero orientada hacia el cielo. Las diferentes combinaciones que podían hacerse representaban los números del 0 al 9 y las letras A y B. Para enviar los despachos se hacía uso de un diccionario, como el militar de Mathé, en el que había 100 páginas numeradas de 00 a 99 y en cada una de ellas una tabla de doble entrada de 0 a 9, en la que cada palabra está formada por dos cifras; por tanto eran necesarios cuatro signos para cada palabra. Las letras A y B cumplían la misma función que la m y la x en el Diccionario militar de Mathé.

Puede ser interesante tomar un texto de una época cercana a los acontecimientos y de un Telegrafista que escribió posiblemente la primera Historia de las Telecomunicaciones españolas. En su *Tratado de Telegrafía*, Barcelona, 1880, Antonio Suárez Saavedra dice «en la segunda guerra carlista habida en España como consecuencia de la caída de la dinastía borbónica acaecida a fines de 1868, la Telegrafía militar óptica compartió con la eléctrica los servicios de campaña». «Dispuesto por aquélla en 25 de agosto de 1873 que el director de Sección don Antonio Villahermosa se encargase con urgencia de presentar un modelo de Telégrafo óptico.»

«Más tarde, cuando el bravo, inteligente y pundonoroso general Don Miguel de la Concha toma el mando del ejército del Norte, hizo que el brigadier Mathé tomase el de los Telégrafos. Tres fueron las líneas ópticas establecidas en el Norte: una de Logroño a La Guardia, otra de Tafalla a Pamplona y la tercera de Miranda de Ebro a Vitoria. Pocas aplicaciones se hicieron en la montaña catalana de la telegrafía en general durante la guerra que nos ocupa, ninguna en el sistema óptico. En cambio en los territorios bañados por el Ebro, en su parte baja, donde operaba el activo e inteligente general Salamanca, la Telegrafía en su acepción general jugó un papel importantísimo. Las señales telegráficas ópticas, aquí como en toda campaña donde el servicio de nuestro instituto está bien montado, sirvieron sólo como un complemento de las líneas eléctricas, a veces como una reserva de las mismas, y en tal concepto fueron útiles en más de una ocasión, habiéndose establecido Torres en Malló de Prades, Coll de Cabra, la Mola de Falset, Coll de Santa Cristina, Castillos de Falset y Mora y no sé si alguna otra.»

## **ALGUNAS REFERENCIAS SOBRE «INVENTORES» DE APARATOS TELEGRÁFICOS**

Así, por ejemplo, en 1845 Juan Agell, profesor de Química de la Universidad de Barcelona, presentó en la misma Academia de Ciencias donde Salvá había leído sus *Memorias*, «un nuevo telégrafo eléctrico, haciendo prácticamente algunos ensayos que fueron coronados por el más feliz éxito». Parece que este telégrafo empleaba dos hilos y conseguía enviar unas 25 letras por minuto.

Algo después, en las Actas de 1849 de la Sociedad Económica de Amigos del País, de Valencia, se puede leer: «...la (Comisión) de Ciencias exactas ha visto con satisfacción hermosos aparatos de telégrafos eléctricos, trabajados el pri-

mero por el artista relojero D. Francisco Rosa, que se ha hecho digno de honrosas demostraciones en la Corte, y los segundos por los también artistas relojeros D. Sebastián Alonso y D. Diego Baguena, siendo muy sensible que a última hora, y sin poder hacerse propuesta de mayor premio, hayan presentado éstos un nuevo aparato electromagnético en que han acreditado su infatigable aplicación».

No consta que ninguno de los aparatos inventados por los españoles, a pesar de haber sido probados con éxito, se empleara en ninguna explotación telegráfica. Sebastián Alonso Just, uno de los citados relojeros inventores de telégrafos electromagnéticos, ingresó posteriormente en el *Cuerpo de Telégrafos* y en la solicitud de ingreso menciona su telégrafo y dice que recibió una medalla de bronce en la Exposición de Industria de Madrid de 1849.

## LOS TELEGRAFISTAS

### El primer director general

El brigadier José María Mathé y Araguas, después de haber llevado a cabo la «epopeya» de la construcción de las líneas de Telégrafo Óptico en España, recibió el encargo de realizar un viaje a los países extranjeros para estudiar la situación de la Telegrafía Eléctrica. A su vuelta redactó la correspondiente memoria y se le encomendó la construcción de la primera línea de telegrafía eléctrica entre Madrid e Irún por Zaragoza y Pamplona. En ella adoptó el sistema telegráfico Wheatstone utilizado en la Gran Bretaña. Sin embargo, al poco tiempo, al construirse una red más completa de líneas se decidió adoptar el sistema Morse, recién presentado en sociedad. Resulta muy interesante la defensa que de la decisión de Mathé hace un destacado telegrafista, Antonio Suárez Saavedra, en la obra citada más arriba:

«El sistema adoptado fue el Wheatstone de dos agujas, y aquí debo hacer una salvedad en honor del difunto Sr. Mathé.—Cuando los hechos históricos se ven a distancia de tiempo, pasa lo mismo que cuando se ven los objetos materiales a distancia geométrica: que se domina mejor el conjunto, y de un solo golpe de vista se abarca todo y puede formarse idea exacta de las circunstancias generales que presenta. Sin que sea yo de los panegiristas del Sr. Mathé, ni tampoco de sus adversarios sistemáticos, la lealtad de mi carácter me obliga a confesar que no son muy fundados los cargos que se han dirigido a la Administración española por no haber adoptado el sistema Morse que ya funcionaba en muchas naciones extranjeras. El Morse distaba mucho de ser lo que luego ha venido a ser: era entonces un pesado aparato de punzón para la impresión y de circuito local, necesitándose a pesar de éste muy buenas corrientes para funcionar, al paso que el Wheatstone tenía ya una historia brillante, funcionaba hacía tiempo en varias naciones especialmente en Inglaterra, cuna de la Telegrafía práctica, y las más

*El sistema Wheatstone se utilizó durante mucho tiempo en Gran Bretaña adaptado al código Morse. Para ello se utilizaba una sola aguja y un solo manipulador, haciendo corresponder a la raya la posición de la izquierda y al punto, la de la derecha*

---

débiles corrientes bastaban para recibir con los signos de sus agujas. Yo recuerdo perfectamente que aún algunos años después, cuando en 1857 se colocó el Morse en la línea de Zaragoza a Madrid y Barcelona, teníamos en la primera de estas capitales —donde me hallaba entonces— ambos sistemas, el Morse hacía un papel desventajoso en las varias competencias y pruebas de velocidad que se hicieron entre Whestonistas y Morsistas, aun empleando los primeros un solo circuito o aguja para que la comparación fuese exacta. El Wheatstone de agujas, en manos de nuestros jóvenes telegrafistas de nueva entrada tan hábiles como entusiastas, de los cuales no quiero nombrar ninguno porque para ser justo tendría que nombrarlos a todos, llegó a ser un admirable instrumento de Telegrafía. Si andando el tiempo el Morse lo ha sido también y presenta además la ventaja de la impresión, ¿podía adivinarlo el Sr. Mathé en 1854?».

Es muy curioso leer hoy día este comentario ya que el sistema Wheatstone se utilizó durante mucho tiempo en Gran Bretaña adaptado al código Morse. Para ello se utilizaba una sola aguja y un solo manipulador, haciendo corresponder a la raya la posición de la izquierda y al punto, la de la derecha. Para facilitar la recepción a oído se dotó a los receptores de piezas de metal que produjeran sonido de forma que en un extremo sonara «ting» y en otro «tong», pero los operadores colocaban una tapa de una caja de tabaco para que los sonidos fueran «click» y «clack».

La última aplicación de estos aparatos consistió en transmitir la información de llegadas de trenes que era mostrada en las pantallas de televisión en circuito cerrado de las estaciones. El primer signo de abandono del sistema se produjo cuando en 1871 se cerró el de King Cross.

Además, Mathé comprendió las posibilidades de las nuevas tecnologías que surgían con la telegrafía eléctrica como se destaca en el cuadro 22.1:

#### Cuadro 22.1. **El brigadier Mathé, primer Ingeniero de Telecomunicación**

Probablemente las modernas generaciones de Ingenieros de Telecomunicación, que han cursado sus estudios en las numerosas Escuelas surgidas en toda la geografía nacional, animadas por la creciente expansión de los servicios de telecomunicación y la progresiva ampliación de su campo de estudio e interés a todas las ramas de la investigación tecnológica, la industria y los servicios en la que ya se conoce como Sociedad de la Información o del Conocimiento, no conocen en qué

medida la situación actual es heredera del espíritu que el introductor de la telegrafía eléctrica en España, el brigadier de Estado Mayor del Ejército José María Mathé Aragua, director general de Telégrafos durante veinte años, entre 1844 y 1864, supo inculcar al Cuerpo de Telégrafos desde su inicio, con una visión que podríamos llamar casi profética, de lo que llegaría a ser la Ingeniería de Telecomunicación siglo y medio después.

A quien esto escribe, la lectura del primer editorial de la *Revista de Telégrafos* fundada por Mathé en 1861, y que aparece en su número de 1.º de enero de aquel año, le parece poco menos que el documento fundacional de la carrera de Ingeniero de Telecomunicación, por lo que no dudo en considerar a Mathé el primer Ingeniero de Telecomunicación español, que podría figurar como número 1 en los anales de la profesión.

Reproduzco a continuación algunos de los párrafos que considero más sugestivos de aquel editorial, que tituló *Introducción* como presentación de la revista, y cuya atenta lectura recomiendo a nuestros lectores jóvenes y menos jóvenes ingenieros. En ellos quedan apuntadas algunas de las directrices que él señaló a los miembros del Cuerpo de Telégrafos, cuya vocación científica y de perfeccionamiento profesional fue una constante a lo largo de su historia más que centenaria, y que contó con numerosos nombres ilustres y esforzados que si, por avatares de la política y la mezquindad de influyentes personajes contemporáneos, no llegaron a llamarse ingenieros hasta muchos años después, lo fueron en realidad desde mucho antes en razón de su afán investigador, competencia y esfuerzo continuado, que ya fueron valorados en su época por la sociedad, que les dedicó los mayores elogios, pero que ahora, con la perspectiva del tiempo y el estudio de sus realizaciones, consiguen el reconocimiento unánime que merecen.

Cito literalmente, con alguna adaptación ortográfica y semántica:

«El actual Cuerpo de Telégrafos siente vida en sí y puede tomarla como punto de partida para ulteriores miras; desde la altura en que se halla colocado, presiente.... que hay todavía un más allá inmenso de fuerza y de gloria: la historia de antecedentes análogos le enseña el poder de la constancia y la razón y le hace ver que ningún fin noble está demasiado remoto para quien incesantemente procura conseguirlo y se prepara a ser digno de él cuando lo alcance».

«Una consideración, hija de la falta de distinción necesaria, puede pesar en los ánimos poco activos para inclinarles a encerrarse en la mera práctica de sus funciones, sin esperar a más. Todos están, con razón, persuadidos de que la telegrafía eléctrica nació para no desaparecer. Los funcionarios que la tengan a su cargo serán siempre útiles, siempre respetados. El actual Cuerpo de Telégrafos conoce que ha de llegar y se acerca un incalculable desenvolvimiento del servicio a que se consagra: que andando el tiempo, se verá representado do quiera haya necesidad de funciones de gobierno, intereses sociales, afectos de familia; conoce que a él ha de acudir la autoridad para que le preste voz; el comercio y la industria para que suprima las trabas que la extensión opone a su actividad; la ciencia para que rompa el antes indestructible consorcio del tiempo y el espacio, que hacía per-

der las más fecundas observaciones por la imposibilidad de lograr que lo inmediato y lo remoto resultasen aunados en un mismo y solo instante; los particulares para que les traiga la satisfacción de una penosa duda, el remedio de una tribulación, la compañía, en fin, de cuanto entra en la esfera de sus afectos individuales. Y todos estos intereses, que ya han aprendido a verse satisfechos, no prescindirán de lo que les ha hecho probar las ventajas de una vida nueva, y la telegrafía vivirá con ellos y para ellos, y crecerá infaliblemente en todas partes».

«Pero las ciencias siguen su marcha progresiva hacia los perfeccionamientos; millones de inteligencias persiguen las sombras para alejarlas del campo de la verdad, y poco a poco irán apoderándose de ella, lo que hoy parece mucho, por ser lo único que ha tolerado una aplicación extensa, mañana será poco porque habrá otras aplicaciones no menos extensas quizá. Y aun dentro de ésta ¿no será fácil, no será probable que los medios de que en la actualidad disponemos, hayan de ser desechados por insuficientes y apartados de esa sencillez a que la naturaleza nos brinda en sus revelaciones de lo mismo que estamos aprovechando?».

«Sirva esta ligera indicación para que los espíritus indolentes, si los hubiera, comprendan que la vida de la telegrafía no arguye la posibilidad de consagrarse al nuevo servicio; porque aquélla tendría exigencias nuevas de momento en momento, y quien no cuidase de hallarse revestido de las condiciones necesarias para satisfacerla, se expondrá a verla escaparse de sus manos, poco ensayadas para seguir todos sus movimientos. Y estamos hablando de intento, sólo de la aplicación de la electricidad sometida a nuestro cuidado; que si extendiésemos la vista a lo que ya se puede prever, el horizonte de nuestros deberes y de nuestras aspiraciones se ensancharía de un modo real, que nadie, al querer investigarlo, podría dejar de desechar para siempre la inacción y de sentirse obligado a llevar su tributo de desvelos al altar de la futura ciencia».

«Cuando personas que no forman su profesión de unos conocimientos determinados; que tienen por único norte su amor a la investigación de la naturaleza, se afanan por penetrar más y más en el examen de ésta y nos entregan diariamente resultados que utilizamos, un Cuerpo consagrado por sus antecedentes y por sus funciones a las ciencias físicas ¿podría dejar de tomar una parte activa en el movimiento intelectual que le rodea? ¿Podría desconocer que lo que en personas extrañas es laudable en los que le constituyen es obligatorio?».

...

«Interminable sería el catálogo de nuestras indicaciones si hubiéramos de hacer todas las que demuestran que la telegrafía eléctrica empieza en estos tiempos y que, sin salir de ella, está por andar la mayor parte del camino que ha de conducir a su perfección y a ponerla en aptitud de satisfacer su objeto».

...

«Pero si de este siempre extenso campo queremos pasar al en que se aposentan las ciencias de que los Cuerpos facultativos forman su profesión, la mirada se pierde sin encontrar sus límites; el hombre pensador ve tan vasta materia para su espíritu, que sólo puede dolerse de la rapidez del tiempo en que se agota su vida

y de las horas pasadas sin haber ejercitado sus fuerzas en la conquista de una verdad más en tan infinito número de verdades que se adivinan y que se escapan a nuestra comprensión. Penetre en este terreno quien se sienta con fuerzas para ello. Quien ha acreditado conocimientos en ciencias exactas y naturales, administrativas y filológicas, puede hacerlo si no se concreta a conservar lo que acreditó. Al esforzarse en este sentido honroso, se cumple con un deseo claramente revelado en la organización del Cuerpo. Si éste hubiera sido destinado sólo «al oficio» (permítase la expresión), con menos de lo que se exige para ingresar en él hubiera bastado, pero se ha exigido más para que el Cuerpo sirva y piense a un mismo tiempo; para que utilice lo conocido y lo mejore; para que vaya hasta donde pueda por la senda en que marchen aunados su propia gloria y la conveniencia general; y cuando se recorre alguna distancia por esa senda, la comparación entre el objeto y los elementos probados varía esencialmente; lo que para el nuevo servicio sería sobrado, para aspiraciones más elevadas exige desarrollo y complemento. Si el Cuerpo de Telégrafos quiere hacerse digno de su misión, que no deje llegar los sucesos, que les salga al encuentro y les haga venir nuevas y practicables vías; si quiere responder a las esperanzas que se han fundado en él, infinitos problemas no resueltos se presentan a su vista, unos planteados ya, otros, concretos o radicales, que pueden plantearse».

Si los ingenieros de hoy sentimos el compromiso que Mathé nos inculcó, y que queda reflejado en los términos que empleó en su editorial de 1861 —constancia, esfuerzo, ciencia, verdad, sencillez, exigencia, deberes, aspiraciones, gloria, estudios, investigación, perfeccionamiento, etc.—, habremos cumplido los ideales que nos legó, sin saberlo, el primer Ingeniero de Telecomunicación.

*Vicente Miralles*

## **Carlos de Orduña y Muñoz**

Uno de los sistemas de transmisión doble o dúplex que no precisaba de la igualdad de resistencias fue ideado por el jefe de telégrafos Orduña. Tomamos de sus propias palabras la descripción de su funcionamiento: «Si una estación emite una corriente a otra estación pasando antes por su aparato, y a la vez emite otra local de intensidad diferente, a su aparato mismo, que contrarreste en parte el efecto de la primera, y el resto del efecto es destruido por una causa mecánica cualquiera...». Parece que el principio de funcionamiento consiste en conjugar efectos eléctricos y mecánicos. En efecto, el aparato disponía de dos electroimanes, con una armadura común montada en forma de balanza sobre una columna vertical y cuyo equilibrio es regulado por medio de dos resortes, a su vez los núcleos de los electroimanes se desplazan por medio de un engranaje para aproximarlos o alejarlos de la balanza según convenga. Esta balanza es la que, de forma mecánica, va dando paso a la transmisión en uno y otro sentido.

## Miguel Pérez Santano

Otro sistema, el debido a Pérez-Santano, también oficial de Telégrafos, estaba basado fundamentalmente en la forma de conexión de los elementos de cada estación. Así, cada una de las pilas trabajaba sobre un polo distinto y las conexiones entre manipulador y electroimán de recepción permitían independizar el circuito local y el de línea. De esta forma, cuando transmiten simultáneamente las dos estaciones por un mismo hilo, en las bobinas de recepción se suman las corrientes respectivas, en vez de anularse, permitiendo a cada una de ellas recibir la información de la otra. Este sistema también se utilizó con los aparatos Hugues y en los Talleres de Telégrafos se muestra un montaje así realizado.

## Antonio Suárez Saavedra

En 1850, Suárez Saavedra describe un telégrafo de su invención y hace el siguiente comentario: «Indudablemente, los aparatos que marcan los caracteres ordinarios sobre una banda o un pedazo de papel serían los más idóneos para el servicio telegráfico de las vías férreas si la complicación del mecanismo y dificultad de las reparaciones no exigiera un personal especial dedicado al servicio de las mismas. Y como esto no es posible en la mayor parte de las estaciones férreas, ni lo es tampoco en los grandes establecimientos extranjeros donde ya existen telégrafos privados para el servicio de los mismos, ni tampoco lo será cuando en un porvenir no lejano una red telegráfica familiar cubra los tejados de las grandes poblaciones, de aquí que el Telégrafo de cuadrante, el más sencillo y propio para esta clase de comunicaciones, tenga importancia verdadera, porvenir indisputable».

## CONTEMPORÁNEOS DE MARCONI

### Julio Cervera

En España se iniciaron las experiencias radioeléctricas, en 1899, por el Cuerpo de Telégrafos y el Batallón de Telégrafos en estrecha colaboración, siendo los principales protagonistas el comandante Cervera, el oficial Peláez y el telegrafista Cadavid. Se realizó una demostración ante los Reyes en el Cuartel de la Montaña de Madrid, sobre una distancia de cinco kilómetros, con los dispositivos diseñados por el comandante Julio Cervera, comisario Real en la Escuela de Artes y Oficios.

En diciembre de 1900 se iniciaron las pruebas de la comunicación entre Tarifa y Ceuta, separadas 32 kilómetros. La estación de Tarifa se situó en el ya conocido cerro Chamorro, en una cota de 47 metros y se construyó un mástil a base de tabloncillos ensamblados de 51 metros de altura, «convenientemente arriostado para soportar el viento de Tarifa». En Ceuta la instalación se situó en el

*En el mes de julio de 1903, Leonardo Torres Quevedo presentó a la Academia de Ciencias de París una nota acompañada de los aparatos de demostración de un sistema ideado por él, con el objeto de «mandar, desde lejos, la maniobra de una máquina, por medio de un telégrafo con o sin hilos», y al que se puso el nombre de «Telekino»*

---

monte Acho, con un mástil sobre la muralla, con lo que se alcanzó una altura de 46 metros.

Se ensayaron diversos tipos de antenas, disminuyendo en cada uno de ellos la altura, incluso hasta no recibir. Asimismo se probaron hilos de 1 mm y 0,5 mm desnudos y con cubierta, colocando capacidades arriba, abajo y en combinación. En cuanto a los equipos, se compararon los cohesores construidos por ellos, con otros extranjeros y se utilizaron diferentes tipos de bobinas con interruptores mecánicos y automáticos.

## **Leonardo Torres Quevedo**

En el mes de julio de 1903, Leonardo Torres Quevedo presentó a la Academia de Ciencias de París una nota acompañada de los aparatos de demostración de un sistema ideado por él, con el objeto de «mandar, desde lejos, la maniobra de una máquina, por medio de un telégrafo con o sin hilos», y al que se puso el nombre de «Telekino», palabra compuesta de las del griego «teles» y «kino», que significan «a distancia» y «movimiento». La entusiasta acogida de la Academia francesa dio lugar a que el Ateneo de Madrid se propusiera lograr del Gobierno una subvención que permitiera al ingeniero español continuar sus ensayos y, efectivamente, la *Gazeta* de Madrid del 9 de enero de 1904 publicó una Real Orden del Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas, en la que se disponía la creación, en Madrid, de un «Centro de Ensayos de Aeronáutica y Laboratorio» para el «estudio técnico y experimental del problema de la navegación aérea y de la dirección de la maniobra de los motores a distancia». Esta fue la fórmula adoptada para dar cumplimiento a la Ley de Presupuestos en la que figuraba un crédito de 200.000 pesetas para que Torres Quevedo pudiera continuar sus experiencias.

El «Centro de Ensayos de Aeronáutica» se estableció en el frontón Beti-Jai, situado en el número 5 de la calle Marqués de Riscal, de Madrid. Ya en 1903 consiguieron hacer marchar, detener y cambiar de dirección por la cancha del Beti-Jai, un triciclo provisto de motor eléctrico de medio caballo, que se accionaba a una distancia de 20 a 30 metros. Con el crédito concedido se adquirió también un globo, para las pruebas de aerostación, y todos los elementos necesarios para la construcción de un telekino que se aplicó a un servomotor actuando sobre la hélice y timón de una lancha eléctrica de 4,50 metros de eslora que navegaba por el estanque de la Casa de Campo de Madrid.



El día 7 de noviembre de 1905 se llevaron a cabo, en Bilbao, las pruebas definitivas. Para ello se situó la estación de mando en el Club Marítimo del Abra y, a una distancia de 2 kilómetros, una embarcación en la desembocadura de la ría. Según la revista *La Energía Eléctrica*: «...el bote a cuyo bordo iban ocho personas, maniobró con precisión matemática...», «Presenciaron tan brillantes pruebas el presidente de la Comisión de ensayos, Adolfo de Urquijo, todos los vocales de la misma, gran número de ingenieros, arquitectos, médicos y otros profesionales; representantes de la prensa local y madrileña; Comisiones de los Ayuntamientos de Las Arenas y de Algorta y numeroso público de Bilbao y pueblos de ambas márgenes de la ría».

En el caso de la teledirección de embarcaciones el esfuerzo requerido exigía la utilización de motores eléctricos de una cierta potencia, pero sin embargo era muy corto el recorrido del elemento sobre el que actuaban, hélice o timón, por lo que la inercia originaba problemas para detener el movimiento en un punto exacto. Otros inventores utilizaban el motor dirigido a distancia para actuar en un sentido y un resorte antagonista para actuar en el contrario al cesar la señal de telemando. Con objeto de contrarrestar la inercia de los motores eléctricos, Torres Quevedo ideó lo que denominó «receptores» constituidos por elementos electromecánicos, en los que se hacía uso de combinaciones de discos giratorios construidos con materiales conductores unos y aislantes otros, así como de reguladores a bolas que, al abrirse por la velocidad, cerraban circuitos eléctricos. Con ellos se conseguía un cierto movimiento oscilatorio que llevó a detener el motor en el punto exacto. Aunque actuaban como verdaderos «servos con parada por diferencia a cero», no tomaban la referencia de las diferencias de recorrido en la aplicación final, sino del efecto de un elemento mecánico, el regulador, que formaba parte del propio sistema. Es el principio por el que funcionan los actuales comparadores de fase electrónicos, basados en el carácter de la impedancia que presenta un circuito oscilante en relación con la diferencia de frecuencia entre su sintonía y la de la señal que se le aplica.

Por otra parte, para que el dispositivo correspondiente fuera actuado solamente por la última raya emitida y no por las anteriores, se utilizaba el llamado «mecanismo de contacto retardado», que se basaba en una palanca o brazo basculante, accionada por los impulsos o rayas sucesivas y con suficiente inercia como para que el contacto no se cierre entre dos de ellas y sólo lo haga después de la última. Evidentemente es el actual «circuito de retardo» constituido por una resistencia y una capacidad en paralelo.

En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid se encuentran depositadas todas las máquinas y dispositivos diseñados y construidos por Torres Quevedo y entre ellos está el Telekino original tal y como lo utilizó su creador.

*En España, a diferencia de otros países, no son los radioaficionados los que más se destacan en los inicios de la Radiodifusión, sino que son también los funcionarios de Telégrafos los que se lanzan a promocionar esta nueva posibilidad*

---

## **LA RADIODIFUSIÓN, OTRA VEZ LOS TELEGRAFISTAS**

Antonio Castilla, Matías Balsera y Eduardo Fonseré jugaron un importante papel para el arranque de la radiodifusión comercial en varias ciudades de nuestro país.

Como ya dijimos en la primera parte, en España, a diferencia de otros países, no son los radioaficionados los que más se destacan en los inicios de la Radiodifusión, sino que son también los funcionarios de Telégrafos los que se lanzan a promocionar esta nueva posibilidad, a través de conferencias, experiencias, etc., sin encontrar el apoyo financiero y comercial adecuado. En 1920 con motivo de unas conferencias organizadas por el Cuerpo de Telégrafos, en la Universidad de Valencia, Antonio Castilla efectuó pruebas de radiodifusión, que se repitieron en 1922 con la retransmisión de óperas desde el Teatro Real. En 1923, tras el establecimiento por Real Orden de 27 de febrero de las normas sobre Radiodifusión y la publicación del reglamento provisional, se organizó la Asociación Nacional de Radiodifusión, que el 14 de julio del año siguiente creó EAJ-1 en el Hotel Colón de Barcelona.

Ya hemos comentado en otros capítulos que se ha discutido durante años la primacía de Madrid o Barcelona en el nacimiento de la radiodifusión española con programación regular. Lo cierto es que Radio Ibérica, aun habiendo empezado antes, no fue la primera en pedir una licencia ni tuvo continuidad: paralizó en muchas ocasiones sus emisiones por falta de dinero, y acabó compartiendo su frecuencia de 392 metros con Radio Madrid, una emisora fundada por comerciantes madrileños de aparatos eléctricos.

El mérito de introducir la radiodifusión en Barcelona corresponde a los experimentos de Eduardo Fonseré, paralelos a los de Matías Balsera y Antonio Castilla. Pero será José María Guillén quien funde, en 1924, Radio Barcelona, con el primer indicativo de la radio española: EAJ-1, con el que continúa.

## **HITOS MÁS IMPORTANTES DEL AVANCE DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ESPAÑA**

Como final de este capítulo me ha parecido interesante incluir una relación cronológica, con una sucesión de hitos que corresponden a acciones que también podemos considerar precursoras. En ella se incluyen aportaciones de Eduardo Villar, ex presidente y consejero delegado de Alcatel. Es la siguiente:

- 1405 Comunicación mediante ahumadas en Castilla.
- 1450 Comunicación mediante banderas en la Marina.
- 1742 Código de señales mediante banderas en la Marina.
- 1795 Propuesta de Salvá con electricidad estática.
- 1798 Betancourt inicia la construcción de un Telégrafo Óptico de Madrid a Cádiz.
- 1800 Propuesta de Salvá con ranas.
- 1804 Propuesta de Salvá con la pila de Volta.
- 1836 Telégrafo óptico militar en Navarra.
- 1846 Primera línea de telégrafo óptico civil en España.
- 1849 Telégrafo óptico militar en Cataluña.
- 1852 Se encarga a José María Mathé el estudio de los telégrafos en Europa.
- 1852 Se crea la Escuela de Telégrafos.
- 1853 Primera línea telegráfica en Cuba.
- 1854 Se inaugura la línea de Madrid a Irún.
- 1854 Por razones de seguridad se recomienda el telégrafo óptico para Cuba.
- 1855 Se aprueba la construcción de 6.700 kilómetros de líneas.
- 1857 Queda concluida la red básica de telegrafía eléctrica nacional.
- 1868 Se autorizan estaciones privadas y de los ferrocarriles.
- 1868 Decreto para la instalación de estaciones electro-semafóricas.
- 1871 Se adopta el Código Internacional de señales para los semáforos.
- 1872 Cable entre Porthcurno y Bilbao.
- 1873 Cable entre Porthcurno a Vigo y Carcavelos.
- 1873 Se abre al servicio el Semáforo de Tarifa.
- 1874 Cable Barcelona-Marsella.
- 1877 Primera línea telefónica en La Habana.
- 1878 Primeros ensayos oficiales de telefonía en el Cuerpo de Telégrafos.
- 1878 Emilio Rotondo y otros solicitan instalar teléfonos en Madrid.
- 1878 Conversación del rey entre Madrid y Aranjuez.
- 1880 Emilio Rotondo solicita instalar teléfonos en Barcelona.
- 1882 Primer decreto regulando el servicio telefónico mediante concesiones.
- 1884 El Estado se hace cargo del servicio telefónico.
- 1886 Vuelven a establecerse concesiones.
- 1891 Licitación de las redes interurbanas.
- 1894 Se constituye la Compañía Peninsular de Teléfonos.
- 1899 Demostración en Madrid del comandante Cervera ante los reyes.
- 1900 Comunicación entre Tarifa y Ceuta, por el comandante Cervera.
- 1900 Se permite la transmisión de «Telefonemas» por las líneas telefónicas.
- 1900 Real Decreto sobre líneas interurbanas.
- 1903 Reglamento del Servicio telefónico.
- 1905 Leonardo Torres Quevedo realiza pruebas de teledirección por radio.
- 1905 Informe del Estado Mayor proponiendo la instalación de estaciones de radio.

- 1907 Subasta de cuatro redes interurbanas.
- 1907 Ley sobre establecimiento del servicio radiotelegráfico.
- 1908 Nuevo Reglamento del Servicio Telefónico.
- 1908 Concesión del servicio radiotelegráfico a la Sociedad Española Oerlicon.
- 1911 Traspaso de la concesión a la Compañía Española de Telegrafía sin Hilos.
- 1911 Comienza la instalación de Estaciones Costeras Radiotelegráficas.
- 1912 Se inaugura el servicio telefónico entre Madrid y París.
- 1913 Creación de la Escuela General de Telegrafía, origen de la ETSIT.
- 1914 Consolidación del servicio telefónico interurbano a favor de la Compañía Peninsular de Teléfonos.
- 1916 Un grupo de funcionarios de Telégrafos compra la Red de Valdepeñas.
- 1916 Pruebas de Radiotelefonía entre Madrid y el Pardo por el Batallón de Telégrafos.
- 1917 Proyecto de reorganización del servicio telegráfico de Francos Rodríguez.
- 1917 Fundación de la Compañía Ibérica de Telecomunicación por Antonio Castilla.
- 1918 Pruebas de Radiotelefonía por Antonio Castilla.
- 1921 Al caducar la concesión el Estado se incauta de la red telefónica de Denia.
- 1922 Al caducar la concesión el Estado se incauta de la red telefónica de Barcelona.
- 1922 Retransmisión de ópera desde el Teatro Real.
- 1923 Real Orden sobre normas de Radiodifusión.
- 1923 Central automática telefónica en Balaguer.
- 1924 Se crea EAJ-1 Radio Barcelona.
- 1924 Concesión del servicio telefónico a la Compañía Telefónica Nacional de España SA, creada por la Internacional Telephone and Telegraph Corporation (ITT).
- 1925 Se crea Unión Radio en Madrid.
- 1926 Central automática telefónica en San Sebastián.
- 1926 Se constituye Standard Eléctrica.
- 1926 Se inaugura en Santander la primera central telefónica automática de España.
- 1927 Alfonso XIII inaugura la factoría de Standard Eléctrica SA en Maliaño (Santander) dedicada básicamente a la fabricación de cables telefónicos.
- 1928 Se traspasa la concesión a Transradio Española.
- 1928 Comienza a funcionar la primera central automática Rotary 7 A de Barcelona.
- 1928 Se inaugura la fábrica de Standard Eléctrica SA de Ramírez de Prado (Madrid) dedicada a equipos telefónicos de conmutación y aparatos telefónicos.
- 1928 Se inaugura la emisora de Onda Corta de Aranjuez.
- 1928 Se inicia el servicio en Onda Corta de CTNE.
- 1931 Creación del Ministerio de Comunicaciones, aunque de vida efímera.

- 1931 El ministro de Comunicaciones de la República pretende expropiar la concesión de CTNE.
- 1932 Decreto sobre Red Nacional del Estado, para Radiodifusión.
- 1932 Tiene lugar en Madrid la reunión de la UIT en que se adopta el término Telecomunicación.
- 1934 Al caducar la concesión las Costeras pasan a Telégrafos.
- 1935 Ley sobre Servicio de Radiodifusión Nacional.
- 1937 Se crea Radio Nacional de España.
- 1945 El Estado adquiere las acciones de la ITT en la Compañía Telefónica Nacional de España.
- 1951 El INI adquiere la Sociedad Anónima Radioargentina, que pasa a ser Compañía Internacional de Radio Española (CIRE).
- 1952 El INI nacionaliza por medio de CIRE la explotación en España de los amarres del Cable de Italcable.
- 1955 CTNE instala el cable coaxial Madrid-Zaragoza.
- 1955 Centenario del Telégrafo en España.
- 1955 Se instala el teléfono número un millón.
- 1955 Pruebas de Telefonía Móvil por CTNE.
- 1956 Pasa a CTNE la red de la Diputación de Guipúzcoa.
- 1956 Nace Televisión Española el 28 de octubre, con la inauguración de las instalaciones del Paseo de La Habana, de Madrid.
- 1957 CIRE participa en las comunicaciones de las bases americanas en España.
- 1960 Transradio Española participa en las comunicaciones del Proyecto Mercury de la NASA.
- 1962 Se transmite el primer programa de televisión por satélite.
- 1964 El INI crea la Empresa Nacional de Telecomunicaciones con CIRE y Transradio Española.
- 1964 Se inaugura el complejo industrial de Standard en Villaverde y la fábrica de Citesa en Málaga.
- 1964 Se inaugura el Centro de producción de TVE en Prado del Rey.
- 1965 Se adopta en España el sistema PAL de televisión en color.
- 1965 Cable coaxial submarino PENCAN 1.
- 1967 Se crea en Maspalomas (Gran Canaria) una estación para el seguimiento de satélites.
- 1969 Cable coaxial submarino entre Barcelona y Pisa (Italia).
- 1970 Se crea la empresa Cables de Comunicación SA entre CTNE y General Cable.
- 1970 Cable coaxial submarino TAT 5.
- 1970 Entel pasa a Telefónica.
- 1971 CTNE inaugura la red de transmisión de datos. Primera red pública de conmutación de paquetes del mundo, en la central madrileña de Velásquez.
- 1971 Se constituye la empresa Intelsa participada por CTNE y LM Ericsson.
- 1971 España se incorpora al Consorcio Internacional de Satélites (Intelsat).

- 1971 Pasa a CTNE la red municipal de San Sebastián.
- 1971 Se crea el Servicio Marítimo en CTNE.
- 1971 Cable coaxial submarino PENBAL 1.
- 1973 Las 50 capitales de provincia poseen centrales automáticas interurbanas.
- 1974 Se instala una red de comunicaciones móviles denominada Teléfono Automático en Vehículos (TAV).
- 1977 Se crea el Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones.
- 1978 Se produce la fusión de los Cuerpos de Correos y Telégrafos, lo que significa la desaparición del Cuerpo de Telégrafos.
- 1982 Se pone en servicio el sistema NMT de comunicaciones móviles.
- 1983 Surgen las televisiones autonómicas en España.
- 1985 Creación de la Secretaría General de Comunicaciones y dependiendo de ella la Dirección General de Telecomunicaciones.
- 1986 Lanzamiento del servicio Ibercom de Telefónica.
- 1987 El 18 de diciembre se aprueba la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT).
- 1987 La CTNE cambia su nombre por el de Telefónica de España.
- 1989 Cable submarino de Fibra Óptica PENCAN 4.
- 1989 Se crea Retevisión.
- 1989 Entran en servicio las primeras líneas de la Red Digital de Servicios Integrados.
- 1989 Comienza la liberalización de determinados terminales de telecomunicación.
- 1990 Inician sus emisiones las Televisión Privadas en España.
- 1990 Se adopta el sistema TACS de comunicaciones móviles.
- 1990 Lanzamiento del sistema analógico TMA 900, con el nombre de MoviLine.
- 1991 Primera sesión plenaria del Consejo Asesor de Telecomunicaciones.
- 1991 Se logra la cobertura integral de la telefonía en España.
- 1991 Se producen las primeras concesiones del servicio de radiobúsqueda, primer servicio liberalizado.
- 1992 Lanzamiento del primer satélite nacional de comunicaciones, Hispasat 1 A.
- 1992 Pruebas piloto del GSM en la Exposición Universal de Sevilla y las Olimpiadas de Barcelona.
- 1993 Liberalización de los servicios de transmisión de datos.
- 1994 Adjudicación de las licencias para el servicio digital GSM a Telefónica Móviles (MoviStar) y Airtel, que lanzarían el servicio un año más tarde.
- 1995 Lanzamiento del servicio InfoVía, por parte de Telefónica, que en 1998 evolucionó a InfoVía Plus.
- 1995 En diciembre se aprueba la Ley de Telecomunicaciones por cable, que daría lugar a los concursos de 1997 y 1998.
- 1996 En junio se crea la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.
- 1998 Aprobación de la Ley General de Telecomunicaciones.

- 1998 Lanzamiento del servicio móvil GSM del tercer operador: Amena.
- 1998 Comienza el duopolio. Retevisión ofrece servicio telefónico, larga distancia, a través del prefijo 050.
- 1999 Se establecen las condiciones para la provisión del acceso indirecto al bucle de abonado de la red pública telefónica fija, lo que da lugar al arranque de ADSL.
- 2000 En marzo se adjudican cuatro licencias de UMTS y seis de LMDS.
- 2003 Se modifica la Ley General de Telecomunicaciones para adaptarla a la normativa europea. Desaparece el régimen de licencias existente.
- 2005 Se aprueba el RD del Plan Técnico Nacional de Televisión Digital Terrestre (TDT).
- 2005 Se superan los cuarenta millones de usuarios móviles y los cinco de usuarios de acceso a Internet en banda ancha.





# HISTORIA DE LOS PRINCIPALES LABORATORIOS ESPAÑOLES

*José Manuel del Prado*

Es objeto de este capítulo la crónica de los esfuerzos que en el área de Ingeniería, Desarrollo e Investigación relacionados con las telecomunicaciones se realizaron en este país desde mediados de los años cincuenta y que, sin duda, se vieron acelerados una vez que se terminó el contrato en exclusiva de suministro que tuvo hasta 1966 Standard Eléctrica SA con la Compañía Telefónica Nacional de España.

Este hecho hizo que las industrias españolas y las empresas multinacionales presentes en esos momentos redoblaran sus empeños en crear lo que podríamos llamar una tecnología de adaptación de lo que se estaba haciendo en otros sitios a las necesidades del Operador y en algunos casos, y no pocos, ser capaces de desarrollar tecnología propia que luego fue exportada a otros países vía el Operador o vía las propias iniciativas de las empresas a las que iremos nombrando durante la narración del capítulo.

## LOS LABORATORIOS DE STANDARD ELÉCTRICA

### Historia

Tradicionalmente, la investigación en España se ha llevado a cabo principalmente por organizaciones gubernamentales, tales como universidades y centros públicos de investigación. Sin embargo, durante los años cincuenta, Standard Eléctrica se hizo consciente de la necesidad de tener un centro de investigación con el fin de lograr dos objetivos gemelos: emprender investigación y desarrollo de nuevos productos para el mercado nacional y actuar como puerta de entrada para las tecnologías desarrolladas en otros centros de ITT. En aquella época Standard Eléctrica era una subsidiaria de ITT.

Las actividades del entonces llamado Laboratorio de Investigación de Standard Eléctrica se iniciaron en la segunda mitad de los años cincuenta con

un pequeño departamento que la compañía Standard Eléctrica tenía en el edificio situado en Ramírez de Prado, que estaba situado en el viejo sector industrial de Madrid y que comprendía al mismo tiempo su sede principal y una de las fábricas de las que la compañía disponía en el país.

En aquellos días el centro constaba de unas 20-30 personas principalmente dedicadas a sistemas de conmutación avanzada, llamados por entonces semielectrónicos, y a estudios de tráfico y de planificación de redes siendo su creador y primer director Manuel Márquez Balín y en el que siempre tuvo el Laboratorio su mejor valedor, que muy poco después se convertiría en el consejero delegado de la compañía. Sin embargo, el crecimiento acelerado que Standard Eléctrica venía experimentando en el mercado español y su deseo, así como el del Gobierno, de participar en el mercado con productos y desarrollos locales de tecnologías avanzadas determinó a ITT la necesidad de crear un verdadero Laboratorio de Investigación y Desarrollo en el área de telecomunicaciones.

El rápido crecimiento que experimentó tanto en medios físicos como en número de personas hizo conveniente mover todos los recursos; en una primera etapa (1965) desde el citado edificio de Ramírez de Prado a un edificio próximo, en Méndez Álvaro, con 2500 metros cuadrados, al que se incorporaron del orden de 100 personas. Además se decidió la compra de un ordenador IBM 360/40 para dar solución a cuantos problemas científicos se presentaran en los grupos del laboratorio y utilizarlo como elemento básico para el análisis y gestión de los resultados; ni qué decir tiene que en aquellos tiempos se consideraba que este ordenador presentaba unas posibilidades ilimitadas; sin embargo, se tuvo que acudir al ordenador más potente de Europa en París para llevar a cabo las complejas simulaciones de tráfico.

No obstante, la importancia dada por la Compañía al área de I+D hizo necesario dedicar un edificio completo de casi 7.000 metros cuadrados de superficie en la autopista de Barajas (noviembre 1971).

Este edificio fue modélico en su época por el diseño y estructura así como por la novedad que supuso su disposición de las oficinas y puestos de trabajo dentro del concepto de área abierta con el fin de que permitiera cambios futuros con gran flexibilidad y rapidez. El edificio recibió premios tanto en España, por el Colegio de Arquitectos de Madrid, como en Estados Unidos, por la organización Industrial Research, como el mejor edificio diseñado para investigación y desarrollo. En esos días el Centro contaba con cerca de 300 personas siendo más del 50% los titulados superiores.

Con el paso del tiempo el grupo fue evolucionando hasta configurarse como uno de los mejores centros de I+D de la industria electrónica española y llegó a constituir la mayor concentración de personal investigador con titulación superior en telecomunicación y electrónica en España que, como veremos más adelante, llevó a cabo muchas de las más importantes innovaciones del sector en este país.

*La importancia dada por la Compañía al área de I+D hizo necesario dedicar un edificio completo de casi 7.000 metros cuadrados de superficie en la autopista de Barajas (noviembre 1971)*

---

Más aún, el Centro, denominación genérica que se adoptó posteriormente en lugar de Laboratorio, pasa a ser considerado como la mejor «Universidad» del país, al tener en cuenta que la formación tanto técnica como gerencial que se recibía al acceder al mismo era la mejor que existía dentro del sector de telecomunicación y electrónica. Por el Centro pasaron algunas de las más importantes personalidades del sector de las telecomunicaciones.

Además, en alguno de sus campos de actuación se convirtió en un referente y líder mundial. Este fue el caso en el área de estudios de tráfico y planificación de redes de telecomunicación que llevó a cabo estudios y planificación de redes en más de 50 países de los cinco continentes, así como numerosos seminarios de planificación de redes en muchos países, y que no solamente consiguió el liderazgo corporativo dentro de ITT sino que el grupo y varios de sus miembros alcanzaron un prestigio internacional demostrado a través de su participación activa en los principales Congresos Internacionales sobre dichas áreas, como era el Congreso Internacional Teletráfico (ITC) y Networks. Fruto de dicho liderazgo el noveno ITC del año 1979 se celebró en Torremolinos (Málaga).

En el año 1985, ITT vendió su división de telecomunicaciones en todo el mundo a Alcatel. Alcatel en aquel momento era una corporación que, además de tener productos de telecomunicaciones, estaba presente en generación y transporte de energía y en el sector de la señalización ferroviaria y material rodante para el mismo. Eso hizo que durante los años siguientes a la compra de la actividad de telecomunicación de ITT se trabajara en paralelo para continuar con los proyectos en marcha y racionalizar las actividades que se realizaban en los diferentes Centros de Investigación de la Corporación.

Con la llegada de Alcatel se produjo la incorporación de Miguel Ángel Canalejo, que dirigió la compañía durante 17 años de tremenda dificultad empresarial y bajo cuyo mandato la compañía experimentó una profunda y positiva transformación.

El Centro continuó su actividad como tal dentro del mundo Alcatel con los cambios que intentaremos explicar más adelante, sobre todo desde el punto de vista de la gestión, hasta finales de los años noventa cuando la actividad de I+D se concentró en Francia, EEUU, China, México e India. En paralelo con este proceso de concentración y racionalización se empezaron a crear a principios de los años noventa los Centros de Excelencia (Grupos de desarrollo de productos con responsabilidad mundial), y España concentró sus recursos en el área de Acceso, tanto radio como cableado, en la tecnología para el espacio, en la tecno-

logía de energía de potencia, en la señalización ferroviaria y en servicios para las Redes Inteligentes.

En esta línea merece especial mención la creación en Barcelona en el año 1988 de un Centro de tecnología avanzada en el desarrollo de sistemas de telecomunicación que se convirtió dentro de Alcatel en un Centro de Excelencia para el desarrollo de servicios de Redes Inteligentes; al principio con un grupo reducido de ingenieros, pero actualmente ocupa a más de 100 técnicos que han sido capaces de vender esta tecnología, además de en España y Andorra, en Argentina, Colombia, Brasil, Perú, Ecuador, Guatemala, Israel, etc.

## Misión

A lo largo del tiempo la misión del laboratorio cubrió todo el proceso de investigación y desarrollo; es decir, el laboratorio emprendió desarrollos exploratorios para dar a luz nuevos conceptos técnicos y establecer su factibilidad, y llevó a cabo desarrollos avanzados hasta la etapa de establecer un modelo de trabajo o un proceso de trabajo para poder demostrar así el diseño o su viabilidad.

En muy pocos casos pudo ser necesario prolongar el desarrollo hasta el diseño completo según especificaciones del cliente, consiguiendo un producto probado, validado y completamente documentado y que pudiera ser transferido a una unidad de fabricación; sin embargo, esta última actividad era la tarea fundamental de las ingenierías de desarrollo de productos que no formaban parte de la organización del laboratorio.

Además, el laboratorio debía suministrar a las ingenierías no solamente modelos o procesos basados en nuevas áreas de tecnologías sino que tan importante como lo anterior era proporcionar personal cualificado que pudiera facilitar el proceso de transferencia a las ingenierías o a las fábricas.

Las proporciones relativas han ido variando con el tiempo la actividad desarrollada y la experiencia existente en el grupo ITT.

Esta misión básica se fue complementando con otras, tales como:

- Colaborar técnicamente con las divisiones operativas de las líneas de productos de todas las filiales españolas del Grupo.
- Cooperar facilitando ayuda técnica a los Operadores de Telecomunicación, clientes de las compañías de la Corporación, en el ámbito mundial y en particular en las áreas de habla hispana.
- Dar ayuda técnica a escala mundial, dentro de la organización de la Corporación, en disciplinas tales como planificación de redes de telecomunicación y estudios de teletráfico.
- Constituir un centro de entrenamiento técnico en temas especiales, principalmente en idioma español, para personal propio o proceden-

te de otras compañías afiliadas de la Corporación o a los clientes de la compañía nacionales y extranjeros. El centro se dedica no sólo a la formación sino al desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza usando las nuevas tecnologías.

## Actividades

Con el discurrir del tiempo el desarrollo de un sistema de telecomunicación venía exigiendo la utilización de un número de tecnologías cada vez mayor. Así, en los momentos en que nació el laboratorio comenzaban a contribuir tecnologías de un modo significativo a los desarrollos, que no eran propiamente del llamado «hardware» como podían ser: diseño de software, configuraciones de redes y sistemas, estudios de tráfico, ayudas mediante ordenadores, etc., por lo que el éxito del diseño de un sistema dependía de forma creciente del conocimiento y experiencia en dichos campos. Este tipo de actividades no requería de grandes inversiones en activos materiales y sin embargo demandaban una mano de obra muy cualificada por lo que fueron escogidas inicialmente como la base del centro de investigación.

Debido a lo anteriormente expuesto las actividades del laboratorio se orientaron de manera equilibrada a cubrir ambas áreas.

Además se consideró desde el primer momento la necesidad de disponer de medios propios para la formación en técnicas y tecnologías avanzadas tanto para el personal de la empresa como el de sus clientes dado el enorme cambio tecnológico que se estaba produciendo en todas las áreas de actividad.

Esas áreas principales de actividad, siempre dentro de los campos de telecomunicación y electrónica, fueron:

- Diseño de sistemas de conmutación, transmisión y terminales.
- Programación avanzada para telecomunicaciones y aplicaciones de inteligencia artificial.
- Control y gestión en redes y sistemas de telecomunicación.
- Sistemas de prueba de equipos controlados por ordenadores.
- Comunicaciones espaciales.
- Desarrollo de aplicaciones basadas en ordenador para la optimización, diseño, ingeniería, prueba y procesos de fabricación.
- Diseño de circuitos integrados de potencia y de audiocomunicaciones.
- Ingeniería de tráfico.
- Planificación de telecomunicaciones.
- Sistemas de energía y tecnologías de electrónica de potencia.
- Comunicaciones para la Defensa.
- Formación.

## Financiación

En la época en la que el Centro perteneció al sistema ITT, todas las compañías asociadas abonaban un 4,75% sobre sus ventas en concepto de fondo para las labores de investigación y desarrollo de la corporación. Posteriormente este fondo se repartía entre los proyectos de investigación de interés general mientras que los de interés local eran financiados por las distintas compañías con cargo a su cuenta de resultados.

En el caso español y merced a unos acuerdos establecidos entre la Administración, Standard Eléctrica e ITT, esta cifra era de un máximo del 4% pero con la obligación de descontar de esa cifra un 1% de las ventas para dedicarlo a I+D en nuestro país. Este compromiso fue ampliamente cumplido ya que las cantidades destinadas a I+D fueron muy superiores a los objetivos acordados.

La financiación de la actividad del Centro evoluciona a lo largo del tiempo. Hasta el comienzo de la década de los ochenta la financiación provenía fundamentalmente de Standard Eléctrica. Sin embargo, la aportación directa de ITT fue creciendo con el desarrollo del mismo llegando a alcanzar en su pico un 40%. A partir de los ochenta el Centro aumentó de forma notable la financiación proveniente de los planes de investigación de las instituciones españolas como CDTI, CICYT, PEIN, INTA, etc., así como de los principales proyectos de investigación europeo como Esprit, RACE, Eureka, etc., llegando a conseguir en su pico un 20%.

En la época de Alcatel, la Dirección del Programa de Investigación Corporativo proponía al presidente de la Corporación el presupuesto del año; dicho presupuesto solía ser un tanto por ciento de las ventas globales de la misma, esa cantidad luego se complementaba con fondos externos y se repartía entre los diferentes Centros de Investigación de acuerdo a los proyectos y programas que hubieran sido aprobados por el Consejo de Investigación formado por los responsables de las Divisiones de Negocio de la Corporación. Como dato para tener una referencia, en el año 1996 la Corporación invirtió 650 millones de francos franceses en el programa de investigación de la parte de telecomunicaciones, de los cuales sólo el 20% eran fondos externos.

## Organización

Al crearse el laboratorio, ITT tenía en Europa otros tres laboratorios: LCT en Francia, STL en Gran Bretaña y SEL en Alemania. Posteriormente el número creció hasta siete con la incorporación de un laboratorio en Bélgica, otro en Italia y, finalmente, otro en Noruega. El grupo estaba coordinado por una oficina técnica central localizada inicialmente en Nueva York y posteriormente en Bruselas, a cuyo frente se encontraba el director técnico de la corporación. Por otra parte, cada subsidiaria tenía a nivel local un director técnico encargado de coordinar todas las actividades técnicas de la compañía local.

## *A partir del año 1984 el Centro pasó a depender de la Dirección Técnica de la Compañía centrándose más su actividad en el desarrollo tecnológico a medio y largo plazo*

---

Los laboratorios pertenecían organizativamente a las direcciones técnicas locales anteriores que eran desempeñadas por personas del país correspondiente. Se trataba por tanto de una organización descentralizada con una doble dependencia de los correspondientes directores técnicos, local y global.

Durante la etapa de crecimiento acelerado el Laboratorio estuvo dirigido hasta el año 1976 por directores americanos: Mc Guire, Don Marsh y finalmente por M. Wayne Sandvig, que no sólo fue la persona que estuvo más tiempo en el cargo durante esos años sino que su estilo de gestión fue un ejemplo que dejó una huella imperecedera para todos los que tuvieron la oportunidad de trabajar con él. En el año 1977 Juan B. Enríquez de Salamanca se convirtió en el director del centro hasta mayo del año 1982, año en el que Eduardo Villar, que luego se convertiría en el presidente y consejero delegado de la compañía en septiembre del año 2000, pasó a ocupar la dirección del centro hasta junio del año 1986.

Eduardo Villar, que estuvo ligado a este centro durante una gran parte de su vida profesional (mediados de los años sesenta a mediados de los años ochenta), ha colaborado sustancialmente en la escritura de esta crónica y testimonio del CIISE.

Por otra parte, y durante los dos primeros años, los niveles inmediatamente siguientes al director del laboratorio fueron ocupados por personas pertenecientes al área de investigación de ITT, lo que permitió no sólo la introducción de métodos de gestión de I+D utilizados en organizaciones más avanzadas sino también una mejor interrelación e intercambio con el resto de los laboratorios europeos y americanos.

A partir del año 1984 el Centro pasó a depender de la Dirección Técnica de la Compañía centrándose más su actividad en el desarrollo tecnológico a medio y largo plazo de circuitos integrados, desarrollo de software avanzado, planificación de redes y comunicaciones ópticas.

La organización de CIISE fue variando a través de las diferentes épocas pero básicamente estaba constituida por un grupo dedicado a tecnologías hardware que fue comprendiendo actividades en sistemas ópticos, proceso digital de señal, diseño de circuitos, sistemas de audiocomunicaciones, sistemas de energía, comunicaciones espaciales, otro dedicado a tecnologías software que consistió en desarrollo de sistemas operativos, procedimientos automáticos para producir software, nuevos lenguajes y, por último, un grupo dedicado a estudios principalmente de planificación de redes, análisis y dimensionado de tráfico. Para proporcionar unos servicios comunes a todos ellos se configuró un grupo dedicado a Administración y Servicios que agrupaba a todos los laboratorios y centros de cálculo utilizados por los dos primeros grupos.

Cada grupo estaba dirigido por un responsable que tenía a su cargo un cierto número de proyectos, siendo por tanto el proyecto la unidad básica de gestión. El número de proyectos varió a lo largo del tiempo pero puede situarse entre 60 y 80 en la mayoría de los años.

En aquellos tiempos cabe reseñar que para la guía y asesoramiento de las actividades del Centro se creó un Consejo Consultivo Científico integrado por las más destacadas personalidades representantes de los centros de enseñanza superior y universitaria, de los órganos de investigación incorporados al Consejo Superior de Investigaciones Científicas y de los sectores públicos y privados de la explotación de los servicios de telecomunicación.

Con la llegada de Alcatel se cambia, como se ha indicado antes, la gestión del Centro que se hace en una forma centralizada para todos desde París, en donde se crea la Dirección del Programa de Investigación, reportando al director técnico de la Corporación y al Consejo de Investigación, y a nivel local es de destacar la creación del Centro de Excelencia de Redes Inteligentes en noviembre de 1990 en Barcelona.

Con el objetivo de dar una idea de las actividades que se llevaban a cabo en el Programa Común de Investigación, se incluyen los nombres de los ocho Dominios Estratégicos que se definían en el programa de 1997 al que se dedicaban 620 personas.

1. Arquitectura de redes y metodologías de programación
2. Terminales
3. Transporte y conmutación
4. Movilidad
5. Servicios multimedia
6. Evolución tecnológica
7. Energía
8. Señalización y transporte automático

En esa época, de los Centros de la era de ITT sólo continuaban los Centros de Alemania, Bélgica y España. El Centro de España se especializó en las siguientes áreas de actividad:

1. Arquitectura de Redes de Telecomunicación
2. Tecnologías Radio
3. Energía y electrónica de potencia
4. Planificación de redes e ingeniería de tráfico

Dos de los directores del Centro de España de esta época: Rosa Alonso y José Manuel del Prado pasaron dos años cada uno en París siendo directores del Programa de Investigación de Alcatel y exportaron a la Corporación algunos procedimientos y procesos que existían en España desde años atrás, como el Consejo de



Investigación, la división del programa en Dominios estratégicos y de éstos en proyectos, la creación de un programa mundial de colaboración con las universidades más prestigiosas del mundo, entre ellas la Universidad Politécnica de Madrid.

## Personal

Los planes de evolución del Centro determinaron un crecimiento constante de las necesidades de personal técnico con gran especialización. El número de personas en el centro alcanzó un pico de cerca de 400 personas en los años finales de la década de los setenta. Además de este número de personas la compañía dedicaba del orden de 500 personas más a I+D en las ingenierías en labores de desarrollo de productos y unas 900 a tareas de ingeniería de aplicación, lo que hacía un total de unas 1.800 personas dedicadas a I+D+i, sin duda el mayor esfuerzo de investigación y desarrollo en una empresa privada en esa época.

El número de titulados superiores se mantuvo alrededor del 50% llegando a alcanzar un pico del 60%. Asimismo se fomentó el intercambio en régimen temporal de especialistas procedentes de otros laboratorios de ITT y de las personas del CIISE así como de compañías operadoras de telecomunicación y de otros clientes.

Características del Centro fueron: el buen ambiente de trabajo que reinaba en el mismo; la cooperación entre compañeros, la ayuda que se recibía por parte de unos y de otros, la disponibilidad de medios de todo tipo, la propia internacionalización de muchas de las personas del centro, la posibilidad de trabajar en otros países. Todo ello hizo posible que la valoración que alcanzó el Centro en el sector fuera la más elevada no sólo por los resultados técnicos que obtenía sino por los otros aspectos descritos anteriormente, lo que tuvo como consecuencia la atracción para todos los recién graduados que consideraban la opción de colocarse en el Centro como la mejor disponible en aquellos momentos.

## Colaboraciones

Desde su fundación el Centro se distinguió por su afán de colaborar con instituciones y programas de investigación y desarrollo tanto nacionales como europeos.

En primer lugar habría que distinguir las numerosas colaboraciones que se desarrollaron con el Centro de Investigación y Estudios de Telefónica. En este sentido merece la pena recordar por la importancia que tuvo y ha tenido bajo todos los puntos de vista el acuerdo entre la Compañía Telefónica Nacional de España y Standard Eléctrica en el año 1978 para la colaboración en el desarrollo tecnológico, diseño e instalación de la primera central totalmente electrónica del Sistema 12 ( Salamanca Concejo), lo que permitió que ingenieros de las dos compañías colaboraran en equipo tanto en Shelton (EEUU) como en España en el desarrollo del Sistema 12. Hay también que destacar el trabajo fundamental llevado a cabo en los elementos de la Estructura de Red de Ope-

ración y Conservación de Telefónica, tales como el Terminal para Pruebas Multifuncionales (TPMF), Sistema para el Control de la Calidad (SCS), URCAL, UPRAE. El desarrollo de la red Ibermic y su sistema de gestión ha sido otro de los grandes trabajos de colaboración. En fin, la lista se haría interminable ya que la colaboración fue constante a lo largo del tiempo como en los casos del desarrollo conjunto de terminales telefónicos, estudios de planificación y tráfico, desarrollo de modelos y maquetas de sistemas experimentales de conmutación y de transmisión, etc.

Por otra parte, el Centro colaboró de forma habitual con la Universidad, lo que mereció que el grupo Alcatel Standard fuera galardonado con el premio Universidad Empresa en varios años. La colaboración se establecía apadrinando proyectos presentados por cátedras y departamentos así como mediante la participación del personal investigador de Escuelas y Universidades en proyectos promovidos por el Centro. El trabajo se llevó a cabo a través de diferentes proyectos que de forma habitual se establecieron con las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación de Madrid, así como con las Facultades de Informática de Madrid y Barcelona. Realizó también proyectos en colaboración con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y con el Instituto Tecnológico para Posgraduados.

La colaboración con Renfe así como con diversas empresas del sector eléctrico, como UNESA, Hidroeléctrica Española, Iberduero, Unión Eléctrica-Fenosa, ASINEL, fue fundamental para la introducción de distintos avances tecnológicos como en el caso de sistemas de transmisión digital y de sistemas de telemando y telemedida basados en fibra óptica.

Otra área de colaboración fue la cubierta por numerosos proyectos con las entidades más importantes de la investigación espacial tales como los desarrollos llevados a cabo para proyectos tipo INTESAT y EUROSAT para la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE), el Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales y la Comisión Europea de Investigación del Espacio (ESRO). Posteriormente la actividad se reforzó con más de 15 proyectos con la Agencia Espacial Europea. Hoy día podemos ver con orgullo cómo aquellas actividades iniciales se han materializado en uno de los centros de desarrollo espacial más importantes del país: Alcatel Espacio.

Igualmente participó de manera muy destacada en los programas RACE (más de 20 proyectos); ESPRIT, más de 6 proyectos, siendo la primera industria española en conseguir un contrato incluso antes de la entrada en España en la Comunidad Económica Europea, 6 proyectos en el programa Eureka, 4 con el CDTI, 3 con la Comisión de Investigación Científica y Técnica, Plan Electrónico e Informático Nacional (PEIN) e Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales.

Por último, cabe destacar las colaboraciones con entidades nacionales e internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones, CCITT, Ins-

tituto para Racionalización y Normalización, Asociación Electrotecnia Española, Sección Española del IEEE, Asociación Española para el Control de Calidad.

A lo largo de su existencia el Centro de Investigación produjo las tecnologías, los procedimientos y los productos que permitieron a Standard Eléctrica SA y Alcatel España ocupar, casi constantemente durante esta época, el número uno entre las industrias españolas de telecomunicaciones por su volumen de ventas y su cartera de clientes.

## **LA INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN DE MADRID. INSTITUTO DE ENERGÍA SOLAR**

Como ejemplo de la evolución de la actividad de I+D ligada a la Escuela de Ingenieros Superiores de Telecomunicación de Madrid y utilizando un documento proporcionado por el profesor Antonio Luque se narra la historia del Instituto de Energía Solar.

### **Antecedentes**

En 1969, Antonio Luque, a la sazón profesor encargado de laboratorio de la Cátedra de Electrónica II del profesor Rogelio Segovia, comienza la instalación en la ETSIT del Laboratorio de Semiconductores, gracias a una importante ayuda de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT), antecesora de la actual CICYT.

Este Laboratorio surgió con un concepto todavía hoy no adoptado en plenitud en nuestro país, que consistía en que el Laboratorio tenía que tener personal, tanto investigador como no investigador. Las normas de la época (o, mejor, su carencia) lo permitían y el experimento tuvo éxito.

Una característica del grupo es que nunca fue corporativo, de manera que entre sus componentes hubo siempre con frecuencia físicos, químicos e ingenieros industriales además de la natural mayoría de ingenieros de telecomunicación.

Al ganar Luque la Cátedra de Electrónica I, siendo director Rogelio Segovia, el grupo toma mayor auge. Se siguen obteniendo importantes ayudas asociadas al tercer plan de desarrollo con el resultado de una instalación tecnológica universitaria singular en España y semejante a las que por entonces se estaban instalando en los otros países de Europa (todos ellos también retrasados en esta tecnología respecto a EEUU).

Entre el equipo investigador que entonces totalizaba ya la decena de personas hay que recordar a los jóvenes graduados que con Luque fundaron el Laboratorio: José María Ruiz, Juan Mulet, Gabriel Sala, Carlos Dehesa, Tomás Rodríguez, José Martín Nieto, Miguel Aguilar, Antonio García Guerra, etc.

## Veinte años de investigación fotovoltaica

El primer dispositivo que se desarrolla es la capacidad MOS de García Guerra. Pronto se desarrolla el diodo Shottky de Aguilar. Más tarde llegaría el diodo varicap de Sala. Hacia 1980 se intenta crear una empresa con el Banco de Bilbao, y para ello se desarrolla una colección de transistores en los que se consigue que cumplan especificaciones de catálogo.

La empresa no llega a cristalizar. Pese a ello en 1976 (Camacho, Dehesa, Cuevas y Sala) ya se ha desarrollado en el Laboratorio un pequeño circuito integrado, amplificador operacional-cascada que funciona bien.

Junto con estas investigaciones de naturaleza tecnológica se abordan otras relacionadas con la explicación del funcionamiento físico de ciertos dispositivos semiconductores.

Las investigaciones en Energía solar se inician en 1974, tras una visita de Luque a EEUU, con una comisión española para implementar la cooperación hispano-norteamericana en el programa Fronteras de la Ciencia.

Como consecuencia de la crisis petrolera, el tema de la energía solar estaba en el candilero y, en consecuencia, se inicia una colaboración con el Boston College y con la Case Western Reserve University sobre células solares baratas de silicio evaporado sobre acero inoxidable, células que ni resultaron baratas ni apenas funcionaron (ni en España ni fuera).

No obstante, estas relaciones permitieron tomar la medida al problema, y poco después Luque comienza sus trabajos sobre células bifaciales para concentradores estáticos. Pese a los primeros fracasos, la relación con EEUU fue importantísima. Nos dotó de una perspectiva universal, y nos puso en contacto —de tú a tú— (caso muy distinto del estudiante que iba a América) con una sociedad científica muy activa.

Pero como contrapunto de esta genuina y merecida admiración por aquella sociedad, una anécdota revela la osadía e impertinencia que por entonces afectaba a los miembros del Laboratorio. Hubo un seminario en la ETSIA, que por su conexión con el espacio era el centro entonces más relacionado con células solares (usadas ya por entonces en el espacio). Vino a este seminario quien hoy es un buen amigo y excelente científico —Bill Yerkes— que ostenta la simpática petulancia del oeste americano a veces no fácil de entender aquí. «Llevamos quince años haciendo células solares», dijo con gesto displicente y rotundo, tirando una célula solar sobre la mesa. Nosotros sacando una radio de transistores, que funcionaba con células solares recién hechas, respondimos con fingida humildad «nosotros sólo llevamos quince días».

Era verdad, en quince días Tomás Rodríguez y Gabriel Sala habían fabricado el primer panelito español de células solares —todavía muy malas por supuesto— para poder hacer el show mencionado. Nos salió redondo.

La primera tesis doctoral de la que tenemos noticia en España que trata-se las solares es la de Luis Castañer, en 1975. En realidad la realizó en Francia pero

como había trabajado en el Laboratorio antes de marchar pidió a Luque que dirigiera la «versión española», trámite absurdo que antes era necesario. Sin embargo, mutuamente hemos acordado —instituto y científico— que su nombre aparecerá en adelante encabezando los listados de tesis del Instituto, de lo cual el Instituto se siente orgulloso ya que Castañer es un respetado catedrático de la Universidad Politécnica de Cataluña, donde dirige a un excelente grupo de energía solar.

Antonio Luque dirige las primeras tesis sobre células solares y concentradores estáticos a cargo de los doctorandos Andrés Cuevas, Javier Eguren y Manuel Gómez Agost. Estas tesis se concluyen en el curso 1980-81. Sala dirige la de Jesús Sangrador sobre un tema análogo que se concluye poco después.

La asociación del Laboratorio de Semiconductores a las tareas de energía solar constituyó un hito importante. Antes se había publicado, y bien. Pero en alguna medida se publicaba lo que creíamos original, sin que por ello la publicación fuera el resultado de una estrategia; más bien lo contrario, la estrategia era encontrar lo publicable, no hay que olvidar sin embargo el camino paralelo de industrialización que sin publicar emprendía el Laboratorio.

Con la adopción de la tarea solar las cosas cambiaron. El Laboratorio dominaba una tecnología (mejor que la mayoría de nuestros competidores internacionales en el sector fotovoltaico), el terreno estaba industrialmente virgen y el interés social era enorme. Además estábamos internacionalmente conectados y sabíamos lo que se cocía.

Todavía hay que señalar otra característica de entorno y es que la transición política produjo turbulencias en la universidad de las que el Laboratorio pudo salir indemne (o reforzado) dado el elevado interés social de su trabajo.

## Creación del Instituto

De aquel ambiente de la transición surge la figura del Instituto Universitario, y dado el prestigio que ya tenía el Laboratorio de Semiconductores y el interés de la energía solar, resulta casi obligada su conversión. De este modo, por Orden Ministerial de 16 de febrero de 1979 se crea el llamado Instituto Universitario de Energía Solar.

En realidad la creación del Instituto no representa ningún flujo nuevo de fondos, ni ninguna solución a la expansión de una plantilla de personal. No es más que el reconocimiento de que un grupo de investigadores está haciendo una tarea con excelencia y con objetivos. Se constituye el nombre de marca del grupo, no sin que éste sea reticente a abandonar su anterior nombre de marca —«Laboratorio de Semiconductores»— que todavía hoy, más de veinte años después, se añora hasta el punto que la antigua placa de bronce que identificaba el Laboratorio ha sido instalada en la puerta de la zona de cámaras de tecnología del nuevo edificio del Instituto.

Sin embargo, hay en el estilo de adscripción de personal al Instituto un elemento nuevo. Para luchar con la burocratización y con el flujo indeseado de per-

sonas sin verdadera intención o posibilidades de trabajar, el Instituto se configura alrededor de un principio flexible que luego resulta ser muy adaptable al que propugna la actual LRU.

Es miembro del Instituto aquel que esté trabajando en un proyecto de investigación financiado externamente, siempre y cuando ese proyecto haya sido aceptado por el Instituto como propio. Es decir, no se pertenece al Instituto por expresar intenciones más o menos vagas de dedicarse a la energía solar.

Es difícil quizás entender hoy la virtud de ese principio, pero hay que recordar que la característica indefinición de jerarquías y objetivos que aquejaba a nuestra universidad de entonces y que hacía más que posible que personas trabajando en otro sitio la mayor parte del día formasen parte del órgano directivo de un naciente instituto, haciendo imposible su desarrollo más allá de una agradable tertulia.

Siguiendo con el principio organizativo, el Proyecto sigue siendo el elemento básico. Lo dirige quien ha conseguido fondos para trabajar. Esto es así en la realidad, pero en el Instituto de Energía Solar lo es también en el reglamento, de manera que realidad y reglamento se confunden, y los órganos colegiados están constituidos básicamente por los jefes de los Proyectos activos y con fondos.

Es cierto que en algún órgano está presente la voz de otros colectivos, pero siempre en base a su función, y no a su situación administrativa. En eso la estructura es singular, difiere de muchas organizaciones de su entorno y es muy real. Es curioso que con una estructura tan etérea el grupo nucleado alrededor del Instituto sea en realidad un grupo solidísimo que ha sobrevivido, con financiación razonable, durante veintisiete años.

Por Real Decreto 846 de 28 de mayo de 1993 (BOE de 17 de junio) se transforma en Instituto Universitario de Energía Solar, de acuerdo con lo previsto en la Ley Orgánica 11/83 de Reforma Universitaria. Hay que señalar que este paso sigue sin constituir un especial cambio de estructura. Hasta ahora sólo ha resultado en la adjudicación de un puesto de auxiliar administrativo para tareas de secretaría.

Es de interés copiar aquí el fin estatutario del Instituto, ya que responde a la realidad:

«La investigación de la conversión fotovoltaica de la Energía Solar en sus aspectos científicos, técnicos y sociológicos».

Bajo el rector Portaencasa, en consideración a la sólida y estable actuación del Instituto y con ocasión de la concesión a Luque del Premio Nacional de Investigación Tecnológica Torres Quevedo (primero que consigue la UPM), se concede al Instituto un edificio propio que se gestiona en combinación con la construcción de la nueva ala de la ETSIT:

Es un edificio con cierta belleza, que combina su integración en la ETSIT con una autonomía de actuación que responde excelentemente a la realidad y a la vocación de cooperación entre Escuela e Instituto.

El edificio de 1.600 metros cuadrados ha sido supervisado de cerca durante su construcción por el personal del Instituto, y al que cuando es necesario se

*Bajo el rector Portaencasa, en consideración a la sólida y estable actuación del Instituto y con ocasión de la concesión a Luque del Premio Nacional de Investigación Tecnológica Torres Quevedo (primero que consigue la UPM), se concede al Instituto un edificio propio que se gestiona en combinación con la construcción de la nueva ala de la ETSIT*

---

le hacen modificaciones (que el Instituto paga de los fondos de Proyectos), tal y como un propietario diligente hace con el piso que tiene en construcción. De este modo el edificio ha conseguido una notable coherencia funcional.

En la planta baja la tecnología de semiconductores con sus pesados hornos y evaporadoras.

En la primera planta despachos, sala de reuniones y aula, sin olvidar un hermoso patio de luces practicable y cubierto por una bóveda traslúcida de policarbonato que en su día ostentará los Vítores de todos los ya cuarenta y cinco doctores formados a su sombra.

En la tercera planta más despachos y dos laboratorios de medidas (de sistemas y de células), ambas conectadas con la terraza practicable donde se hacen los experimentos de exterior.

A lo anterior se añade un espacio a ras de tierra para otros experimentos de exterior no integrables en terraza.

El edificio incluye un generador fotovoltaico de electricidad, diseñado e instalado por Lorenzo y Sala. Está armónicamente integrado en el edificio, en parte en la fachada constituyendo los parasoles de las ventanas y en parte en la terraza, en una estructura diseñada por un arquitecto aunando criterios estéticos y técnicos y cubriendo el patio de luces de manera que desde abajo se pueda contemplar el recubrimiento fotovoltaico como un elemento más, pero singular, de la arquitectura del edificio. En este generador han participado varios fabricantes españoles.

En la terraza los módulos son de Isofotón (Málaga), en la fachada de BP Solar (Madrid). El inversor que convierte la corriente continua producida por los módulos en corriente alterna es de Atersa (Valencia) y, en régimen de flotación con la red, cubre una fracción del consumo eléctrico del Instituto.

Este tipo de generadores, que se conectan a la red eléctrica, suministran energía cuando hace sol. Si la energía producida es mayor que el consumo propio entonces el excedente se inyecta en la red. Si no es así entonces la red suministra el déficit. De noche o en días muy nublados la red se convierte en el único suministro.

Ni qué decir tiene que este concepto está llamado a producir una considerable modificación en las relaciones usuario-eléctrica, que por ley está obligada a pagar por la energía que recibe.

Por último se corona el Instituto con un torreón en el que campea el blason de la universidad, en colores, y por un reloj de sol que debido a la ligera des-

orientación de la fachada, contiene, para marcar horas y meses, haces de rectas e hipérbolas asimétricas que constituyen, con el escudo, un conjunto de singular contenido estético.

En la actualidad el Instituto tiene un personal de unas 40 personas, de los cuales 11 doctores, 20 estudiantes de doctorado de dedicación exclusiva y 9 personas de apoyo a la investigación, con varias titulaciones incluyendo titulación superior (2). A éstos hay que añadir unas dos decenas de estudiantes de proyecto fin de carrera a dedicación parcial.

El profesorado (12 personas) pertenece al Departamento de Electrónica Física con quien mantiene una colaboración singular. Este departamento supervisa el programa de doctorado del Instituto que versa sobre energía solar fotovoltaica.

En el curso de sus más de veinte años de andadura el Instituto de Energía Solar ha ido configurándose como uno de los grupos internacionalmente mayores y más activos en el área fotovoltaica, gozando de una excelente reputación que se ve realzada por su habitual y reconocida modestia de recursos, muy por debajo de los resultados que ha venido ofreciendo a lo largo de los años.

En el momento actual el Instituto desempeña sus actividades en cinco áreas científicas o secciones prioritarias: a) tecnología de células de silicio, b) tecnología de células de arseniuro de galio, c) sistemas fotovoltaicos, d) óptica anidólica y e) concentradores.

Es señalada su contribución a la formación de una trama europea de I+D en torno a la Comisión Europea.

## LOS CENTROS DE I+D DE TELEFÓNICA

Desde su fundación, Telefónica ha sido el mayor impulsor que ha tenido el país de todos los temas relacionados con la I+D+i en las telecomunicaciones jugando siempre el papel de catalizador de todos los esfuerzos y, como se explica en otros apartados de esta parte de Crónicas y Testimonios, colaborando con recursos humanos y materiales en todos los esfuerzos que intentaban ponernos a la altura de los demás países de nuestro entorno.

En la descripción de esas actividades voy a distinguir dos etapas: la primera, relativa al CIE (Centro de Investigación y Estudios), integrado en la propia Compañía, y la segunda cuando se constituyó Telefónica Investigación y Desarrollo como nueva entidad. Para la primera he recurrido al valioso testimonio (cuadro 23.1) de Antonio Castillo Holgado, ingeniero con amplias responsabilidades desde hace mucho tiempo en las tareas de investigación de Telefónica, y para la segunda he preferido transcribir literalmente la cronología elaborada por Telefónica I+D para describir sus actividades, en lugar de hacer una narración nueva de la misma.



### **Cuadro 23.1. Investigación y Estudios de Telecomunicaciones en Telefónica (Una aportación de retrospectiva)**

Hace más de cuarenta años, la alta dirección de Telefónica de España, por aquel entonces la Compañía Telefónica Nacional de España, constituyó entre sus departamentos centrales una unidad organizativa concebida para atender al progreso de las telecomunicaciones, aplicando los avances observados a las decisiones estratégicas y a las soluciones de ingeniería de la empresa. Esta unidad fue denominada CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS y su dirección encomendada a José Luis Fernández García, ubicándose sus oficinas en la planta 13 del edificio de Telefónica en Gran Vía, 28.

En su primera andadura, el Centro de Investigación y Estudios, el CIE, abordó y completó estudios de ingeniería en las áreas de conmutación, transmisión y planta exterior telefónicas, contribuyendo a la finalización en España del proceso de automatización de las redes telefónicas y a la adopción generalizada de los sistemas de conmutación basados en selectores de barras cruzadas, Pentaconta 1000, en sustitución de los 7 A 1, y otros de tipo rotatorio. Al mismo tiempo fueron iniciados entonces estudios y prospección de nuevas soluciones que se perfilaban por la aplicación de la electrónica y de la microelectrónica a las técnicas de telecomunicación.

Proyectos relevantes en ese tiempo fueron la tipificación y normalización de centrales y los primeros estudios de los sistemas de transmisión basados en la modulación por impulsos codificados. Los resultados de las actividades se materializaban en informes muy amplios y profundos de carácter estratégico fundamentados en estrechas relaciones de intercambio tecnológico con las industrias proveedoras de equipamiento para las infraestructuras de telecomunicación.

Al principio de la década de los años setenta, el Centro de Investigación y Estudios trasladó sus oficinas al Paseo de la Castellana 112, planta 5.<sup>a</sup>, en un proceso continuado de incremento de su plantilla de investigadores que se situaba en torno a unas veinte personas. La dirección del Centro fue encomendada entonces a José María Vázquez Quintana, quien imprimió un impulso renovado de crecimiento para su equipo y una apertura para el conjunto de las actividades que se debían abordar.

Se estudiaron en profundidad los sistemas de conmutación semielectrónicos y electrónicos, atendiendo a su lógica de control cableada o por programa almacenado y a sus redes de conexión según la constitución de los puntos de cruce. Se persiguió atentamente el conocimiento de todos los avances en estas materias tanto en los laboratorios como en los proyectos y planes de posible implantación futura, con contrastes muy completos del panorama de opciones técnicas. Entre estos sistemas estuvieron considerados los denominados ARF, AXE y los principios del 1240.

También fue analizada la perspectiva de evolución de los sistemas de transmisión y radio, en particular los sistemas digitales PCM, y los sistemas de transmisión por fibra óptica. Se inició el tratamiento como tema de interés a futuro de las comu-

nicaciones ópticas, desde sus bases científicas, los medios tecnológicos de producción de dispositivos emisores y receptores, las características de éstos para su aplicación a las comunicaciones y la fabricación de fibras ópticas con sus delimitaciones de utilización y técnicas de manipulación y servicio.

Se emprendieron otros temas que también habrían de tener después gran desarrollo, entre ellos los estudios de los sistemas de señalización, de los que se derivarían contribuciones técnicas para el perfeccionamiento de los estándares internacionales de señalización. Además, por otra parte, fue organizado el estudio de las tecnologías y técnicas electrónicas y microelectrónicas para su conveniente aplicación a proyectos de investigación sobre telecomunicaciones. Se esbozaron entre otros un proyecto de teléfono sin hilos y un desarrollo experimental de teléfono electrónico convencional.

El teléfono sin hilos fue sin duda el precursor de laboratorio para los hoy tan comunes teléfonos móviles y constituyó el primer proyecto del Centro de Investigación con prototipos de aplicación real. El teléfono electrónico permitió desarrollar el conocimiento por aquel entonces puntero de la solución electrónica como alternativa a las bobinas híbridas necesarias para el paso de dos a cuatro hilos y la incorporación de micrófonos perfeccionados con amplificación electrónica.

Junto a estos esbozos de realización de prototipos funcionales, se hicieron los primeros planteamientos para organización de laboratorios específicamente dotados para cubrir actividades de investigación y estudio en las áreas de conmutación, transmisión, radio, equipos telefónicos terminales, investigación tecnológica y técnica y calidad y fiabilidad. La necesidad de unos laboratorios propios que fundamentase los criterios y las aportaciones técnicas del Centro encontró en principio dificultades administrativas y de procedimiento a la hora de conseguir las aprobaciones y la efectividad para las dotaciones económicas que se precisaban. A mediados de esa década, en torno al año 1975, fue nombrado director del Centro de Investigación y Estudios Enrique Used Aznar, quien impulsó decididamente el proyecto y realización de un conjunto completo de laboratorios de desarrollo de prototipos, pruebas y análisis de calidad y fiabilidad, así como de procesos tecnológicos de electrónica y microelectrónica. Este proyecto, que habría de ser llevado a cabo con rapidez para permitir también el adecuado crecimiento de la plantilla de investigadores y técnicos, se centró en el acondicionamiento, la provisión y el equipamiento de un edificio que fue renovado a estos efectos, situado en la calle Lérida, número 43, de Madrid. El traslado a él en 1977 de las dependencias del CIE tuvo una ubicación previa transitoria en los locales de la Central Telefónica de Ríos Rosas.

La Dirección del Centro abrió un cauce nuevo a las actividades de investigación y estudios orientando y promoviendo actividades y proyectos de desarrollo para la realización de prototipos funcionales que facilitarían la experimentación y demostración de nuevos servicios y utilidades de telecomunicación. Se identificaron y llevaron a efecto numerosos proyectos de desarrollo, con una metodología y procedimientos propios, al mismo tiempo que se conducían todas las acti-

vidades de base tanto analíticas como de contraste y pruebas para asegurar la calidad y fiabilidad de los resultados propios y de otros laboratorios.

Fueron muy potenciadas las colaboraciones con fabricantes de equipos, con centros de investigación y con laboratorios. De especial relevancia fue la importante colaboración en el proyecto de desarrollo del sistema 1240 de conmutación electrónica.

El Centro de Investigación y Estudios en su ubicación de la calle Lérida progresó de manera continuada en su estructura y capacidades durante otros diez años más, con estudios, proyectos y actividades muy avanzados tecnológicamente. Entre sus laboratorios, cabe mencionar el de transmisión con proyectos como el sistema de multiacceso rural digital y el desarrollo del repetidor MIC con aplicación de la tecnología microelectrónica híbrida de capa gruesa.

El laboratorio de conmutación, que llevó a cabo el desarrollo de una centralita electrónica, la UPCE 101, incluyendo la concepción del sistema, todo el diseño de hardware y del software y el diseño, la realización y el montaje de las placas de circuitos electrónicos.

El laboratorio de telefonometría y electroacústica, con equipamiento especial para la medida de los parámetros funcionales de los teléfonos, como niveles de transmisión y recepción, equalización y atenuación del efecto local. También dispuesto para efectuar las pruebas de fiabilidad y durabilidad de elementos como timbres y los teclados y dispositivos de conmutación electromecánica.

Los laboratorios generales de procesos tecnológicos para la electrónica, entre ellos, un laboratorio con instalaciones adecuadas para la realización de prototipos y preseries de placas de circuitos impresos simple cara, doble cara y agujeros metalizados. Un laboratorio para la realización de prototipos y preseries de microcircuitos híbridos de capa gruesa. Otro, para realizar microcircuitos de capa delgada por la técnica de «sputtering», con aplicaciones adicionales a guaias y moduladores ópticos.

Para los diseños de estos componentes electrónicos se dispusieron instalaciones apropiadas de equipos informáticos de simulación eléctrica y de diseño topológico con programas CAD/CAM, complementados con dispositivos de trazado gráfico. Con todo ello, el CIE pudo reunir una capacidad suficiente para concebir y realizar los sistemas y prototipos de equipos que se proyectaban y proceder a los ajustes funcionales que se deseasen en su aplicación.

En lo referente a los circuitos integrados monolíticos, se consideró la conveniencia de cubrir como actividades propias la fase de diseño y el trazado de topologías, pero no así el proceso de materiales, contándose para esto con la capacidad de laboratorios y de fabricantes especializados, en particular mediante el uso de las técnicas de «gate arrays» y «cell libraries». De este modo se hicieron circuitos integrados monolíticos de aplicación específica, que fueron diseñados entre otros usos para mecanismos de seguridad en los teléfonos públicos.

Por otra parte, también se dotó al Centro de Investigación y Estudios con las instalaciones precisas para poder hacer ensayos, medidas y análisis, según procedi-

mientos estandarizados para las comprobaciones de calidad y fiabilidad en equipos, componentes y materiales, e investigaciones de fallos observados en la planta telefónica, con la finalidad de aportar propuestas de mejora y solución.

Entre los laboratorios de esta clase se pueden mencionar los de ensayos ambientales y mecánicos, con cámaras climáticas programables para ciclos combinados de humedad y temperatura, cámara de niebla salina para ensayos de corrosión, mesas de vibración programable y dispositivos para ensayos de tensión mecánica, impacto y golpeteo, cámaras de Faraday apantalladas para medidas radioeléctricas y laboratorios de medidas y análisis físicos y químicos.

Con este conjunto de laboratorios y alcanzada ya una dimensión suficiente en las unidades organizativas de las distintas especialidades técnicas, el Centro de Investigación y Estudios abrió progresivamente el concepto de proyectos de desarrollo que comprende toda la secuencia de actuaciones desde la identificación de una idea novedosa hasta la disposición práctica de su realización mediante procesos industriales comunes. El CIE incorporó en su organización una unidad de «oficina técnica» para la documentación de fabricación y habilitó procedimientos estables para la transferencia eficaz de la tecnología en cada producto desde el laboratorio de desarrollo hasta las empresas de producción.

En 1983 fue nombrado director del Centro Jesús Manjares Hurtado. Un año después, en 1984, era designado director Juan Mulet Meliá y el Centro pasaba a denominarse Departamento de Investigación y Desarrollo, dentro de la Subdirección General de Tecnología y Normativa Técnica de Telefónica. Las actividades se planteaban y realizaban con el carácter de investigación aplicada y de proyectos de desarrollo. Se iniciaban líneas de investigación en las áreas de proceso digital de señal y de tecnología del habla y se abordaban proyectos de gran magnitud económica como era el desarrollo del TESYS B, sistema de conmutación de paquetes que fue concebido para ser aplicado en planta.

Las limitaciones impuestas por los mecanismos administrativos de Telefónica relativos a la contratación de expertos e investigadores y a las inversiones en equipamiento especializado y la adquisición de materiales para los laboratorios, entre otras razones, fundamentaron la necesidad de plantear una propuesta de nuevos laboratorios con entidad gerencial y técnica propias. Aceptado el ambicioso planteamiento, se abordó la definición de un proyecto para el diseño y puesta en marcha de una nueva entidad para la actividad de investigación: TELEFÓNICA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

El proyecto se formuló con el concurso de Bell Communication Research (BELCORE) para conseguir un objetivo general de vanguardia y excelencia en la estructura, organizaciones y modos de funcionamiento, junto con unos criterios de autoridad científica y técnica para la definición del programa general de actividades y la selección de los proyectos a realizar. En 1986 se concretaron todos los aspectos y definiciones del proyecto de la nueva empresa, que en marzo de 1988 quedó constituida e inició su funcionamiento. Con la creación de esta empresa, un nuevo concepto germinaba proyectándose en su trayectoria de futuro: LA INNO-

VACIÓN. Telefónica Investigación y Desarrollo se establecía como entorno innovador para ser un ámbito de gestión empresarial con estilo propio de conducta corporativa, en el que se hicieran confortables la generación de nuevas ideas, la gestión continua de cambio y la asunción de riesgos que comporta todo proceso de investigación, desarrollo e innovación.

*Antonio Castillo*

Una vez constituida Telefónica I+D, su historia encuentra fiel reflejo en la evolución que ha experimentado el escenario de las telecomunicaciones mundiales en los últimos años. El objetivo de dotar a los operadores de un mayor dinamismo hizo que departamentos claves de estas grandes empresas en todo el mundo establecieran una andadura independiente para así ofrecer un mejor servicio al grupo al que pertenecían.

Con esta idea, y tal como lo ha descrito Antonio Castillo anteriormente, Telefónica de España crea en marzo de 1988 su filial Telefónica Investigación y Desarrollo, sobre la base del antiguo CIE (Centro de Investigación y Estudios), en el que hasta entonces la Compañía había llevado a cabo sus actividades de innovación y exploración tecnológica. El lanzamiento de una empresa de la envergadura de Telefónica I+D y con la proyección futura que de ella se esperaba, suponía un reto de indudable complejidad que hacía necesaria una labor de coordinación basada en la experiencia. Esta labor fue llevada a cabo por Ernesto Rodríguez Arango, primer director general de Telefónica I+D, cuya principal misión fue la de establecer las bases de lo que en el futuro debía ser una empresa puntera en el campo de las telecomunicaciones a nivel mundial.

La nueva empresa se ubicó provisionalmente en dependencias pertenecientes a Telefónica de España, localizadas en las calles de Lérida y Anastasio Herrero, pero ya desde el primer momento se tomó como objetivo prioritario la ubicación definitiva en un edificio, ya en construcción en la Avenida de América de Madrid, proyectado para satisfacer plenamente las necesidades de un grupo humano dedicado a la investigación en telecomunicaciones.

Comenzaba así su andadura Telefónica I+D, con una plantilla que a final de aquel año era de unos 300 empleados involucrados en distintos proyectos y actividades, relacionados con los últimos desarrollos en materia de telecomunicaciones en los campos de conmutación, control y supervisión de redes, transmisión óptica y comunicaciones de banda ancha. Entre ellos cabe destacar el proyecto Tesys B, orientado a la conmutación de paquetes de alta velocidad; la EOC, en el campo de la gestión de redes, y el proyecto SABADO, embrión de lo que en el futuro sería el desarrollo en el área de banda ancha del proyecto RECIBA.

El año 1989 se caracteriza por el rápido desarrollo de las actividades de Telefónica I+D. En este sentido, destaca el impulso de su presencia externa mediante

la progresiva participación en foros, congresos y, principalmente, proyectos promovidos por la Comunidad Europea. Ello serviría de apoyo a las actividades propias de la empresa y constituiría una línea de actuación fomentada e impulsada hasta nuestros días.

Durante este año continuó el desarrollo de los grandes proyectos iniciados el año anterior. Mención especial merece la actividad en el proyecto Tesys y el comienzo del proyecto RECIBA, que concluiría con éxito años más tarde en lo que fue uno de los primeros demostradores de servicios y tecnologías de banda ancha en el mundo.

Sin embargo, el evento más sobresaliente de este año lo constituye la inauguración del edificio de Telefónica I+D, situado frente a la Avenida de América de Madrid. Este hecho, que tuvo su acto oficial en septiembre de aquel año, dotó a la joven empresa de un entorno de trabajo único en su género en aquellos momentos, donde se concitaron todos los adelantos técnicos que permitían unas condiciones óptimas de trabajo a su equipo humano y un total aprovechamiento de sus capacidades.

El año 1990 trae consigo el cambio en la dirección de la Empresa, materializado en el mes de abril en el que Julio Linares López accede a la dirección general tomando el relevo de manos de Ernesto Rodríguez Arango, que deja atrás una excelente labor de lanzamiento e implantación de la Empresa con un indudable valor de futuro. Con Julio Linares comienza una etapa en la que Telefónica I+D alcanza su mayoría de edad y pasa a desempeñar un papel preponderante en la escena de las telecomunicaciones mundiales.

En este año continúa el crecimiento de la empresa, en lo que a volumen de plantilla y diversificación de actividades se refiere. En este año el equipo humano de Telefónica I+D lo componen 550 empleados distribuidos en las grandes líneas de negocio de la Empresa: servicios telefónicos, servicios multimedia, servicios de planta exterior, tecnologías de red y servicios, sistemas de gestión, etc. Durante este año se potencia aún más el concepto de calidad de servicio, orientándose toda la actividad de la Empresa a ofrecer una óptima atención a sus clientes, como referencia permanente en su objetivo.

Por otra parte, como hecho más significativo de 1990 hay que señalar la visita del Rey a la sede de Telefónica I+D, en la que el monarca honró con su presencia a la joven Empresa, y en la que pudo comprobar el trabajo y los desarrollos que a la sazón se estaban llevando a cabo.

Desde el punto de vista tecnológico, en este año tiene lugar uno de los hechos más importantes en la historia de Telefónica I+D, como es el lanzamiento comercial del Teléfono Público Modular, desarrollado por la Empresa y que aún en nuestros días ocupa un puesto principal en su género al incorporar la más avanzada tecnología en el área de la Telefonía de Uso Público.

Uno de los hechos relevantes que marcan la actividad en el año 1991 es el especial impulso a la formación de los empleados de Telefónica I+D. Ello se con-

cretó en un programa especial al que se convocaron más de 1.300 personas a través de 226 cursos externos y 41 cursos internos. Asimismo, en este año se estableció el Plan de Carrera de la Empresa, con lo que se garantizaba el desarrollo profesional individual de sus empleados y su proyección futura.

En lo que se refiere a la actividad laboral, 1991 experimenta un crecimiento del 25% de la actividad dedicada a la investigación aplicada, cifra altamente meritoria en un año en que la situación económica obliga a la Compañía a llevar a cabo una reestructuración presupuestaria debido a la limitación de recursos. Con todo, durante este año se siguen desarrollando importantes proyectos, como es el caso de la EOC, cuya finalización de lo que sería su primera versión tiene lugar en ese año y permite la gestión centralizada de redes y su total control. Otros proyectos de especial importancia lo constituyeron las actividades en el campo de las tecnologías del habla, la protección de instalaciones telefónicas próximas al recorrido del Tren de Alta Velocidad y la entrega de varias herramientas de planificación y certificación.

Con cinco años de existencia, Telefónica I+D alcanza en 1992 un nivel de madurez que se refleja en sus resultados tecnológicos y económicos. Para esas fechas, la Empresa, que cuenta ya con una plantilla cercana a los 650 empleados, continúa perfilando y consolidando su cultura específica, lo que se traduce en unos niveles técnicos altamente cualificados y un mejor servicio al cliente.

En 1992 concluye el desarrollo del Proyecto Tesys B, en el que se pone a disposición de Telefónica de España un sistema de conmutación de paquetes de altas prestaciones que le permitirá cubrir su demanda a medio plazo.

Por otro lado, la participación de Telefónica I+D en proyectos europeos se consolida cada vez más, alcanzando entonces un 12% del nivel de su actividad, en el ámbito de los proyectos y programas COST, ESPRIT, RACE, ACTS, EUREKA y la participación en organismos tales como ETSI y EURESCOM.

No obstante, la memoria de todos en aquel año se halla ligada a los dos grandes eventos que tuvieron lugar en España en 1992, como fueron la Exposición Universal de Sevilla y los Juegos Olímpicos de Barcelona. En ambos, la experiencia de Telefónica I+D contribuyó en su medida al éxito de la organización, gracias a la incorporación de la Telefonía Pública Modular como medio de soporte a las comunicaciones. Además, la Expo de Sevilla contó con la presencia activa de nuestra empresa mediante la exhibición de distintas aplicaciones de tecnología del habla.

En 1993 se pone de manifiesto la capacidad de Telefónica I+D para crear servicios avanzados de telecomunicación, desde su concepción y diseño hasta su total implementación en entorno real. Ello queda reflejado significativamente mediante el resultado conseguido con la culminación del proyecto RECIBA, cuyo demostrador es adoptado como núcleo fundamental del Plan Nacional de Banda Ancha (PlanBA), en el que tanto los aspectos de red como de servicios constituyen un anticipo de futuro y del nivel de la Empresa para poder responder con éxito.

En otro contexto, merece destacarse el esfuerzo realizado en el campo de los sistemas de gestión, enfocados al control del creciente mercado de las redes móviles, los sistemas de operadoras y las redes ATM. También es necesario mencionar el progreso experimentado en la modernización de las centrales electromecánicas a través del proyecto MORE.

Todo ello confiere a Telefónica I+D un grado de madurez óptimo a tan sólo seis años desde su creación, gracias en gran medida a la calidad de su equipo humano y al nivel de los resultados obtenidos en tal período.

Si hubiera que destacar algún hecho como el más relevante de 1994, éste sería el acercamiento de las actividades de Telefónica I+D al mercado final de Telefónica, lo que trajo consigo un creciente interés por parte de colectivos y personas tradicionalmente alejadas de los aspectos tecnológicos del negocio de las telecomunicaciones. Un ejemplo de ello sería la nueva fase en la que el proyecto RECIBA se vio inmerso, con la puesta en marcha de servicios experimentales y aplicaciones de claro interés comercial, así como el desarrollo de otras tantas como teleaudioteca y televideoteca. Mención especial merecen el lanzamiento de la experiencia de Vídeo Bajo Demanda llevada a cabo en Madrid, y la elección de RECIBA como National Host Español, como soporte multimedia al 4.º Programa Marco de la Unión Europea.

Otros hechos a destacar son la creación del Servicentro, como entorno de experimentación y demostración para los clientes de Telefónica en el área de la RDSI, el comienzo del proyecto ASTERIX para la definición de la arquitectura de las redes de información, o la implantación del SADE que gozó desde el primer día de una excelente aceptación por parte de sus usuarios en todo el mundo.

Como colofón a la actividad de este año es fundamental indicar la concesión por AENOR del Registro de la Empresa con la Norma ISO 9001. Este hecho es de capital importancia para Telefónica I+D y acredita el sistema de calidad implantado para el diseño y desarrollo de productos.

El año se cerró con la marcha en diciembre del que fue director general de la Empresa en los últimos cuatro años y medio, Julio Linares, hacia un puesto de gran responsabilidad en Telefónica como es la Subdirección General de Márketing y Desarrollo de Servicios.

En febrero de 1995 Antonio Golderos Sánchez pasa a ocupar la dirección general de Telefónica I+D. La labor que ha de realizar a partir de entonces es particularmente difícil, pues los nuevos tiempos que se avecinan, con la próxima privatización de Telefónica de España, obligan a llevar a cabo una profunda reestructuración en Telefónica I+D de forma que se adapte fielmente a las nuevas necesidades del cliente. Fruto de esta decisión, la Empresa, que alcanza ya una cifra de más de 680 empleados, se vertebrará a través de una serie de líneas de negocio, cada una de ellas coordinada por un gerente de línea cuyo principal cometido será investigar las necesidades del mercado y las tecnologías disponi-



bles para satisfacer los requerimientos de un mercado cada vez más creciente y diversificado.

Pero quizá el hecho fundamental en este año sea el lanzamiento de Infovía, desarrollado por Telefónica I+D y que desde el primer momento se coloca a la cabeza en el campo de los servicios *on-line*. Además, la acertada campaña de marketing del producto hace que su éxito traspase nuestras fronteras y se convierta en base para la futura provisión de servicios multimedia de Telefónica.

En otros campos, destaca el desarrollo del CPSA, como plataforma de servicios sobre la red telefónica; el despliegue de la EOC en Hispanoamérica, los desarrollos en el área de sistemas de gestión, con un incremento de las prestaciones de los Sistemas de Control Ibercom, Sistema de Gestión Espatel y Sistema de Gestión de la Red de Móviles, y los trabajos en tecnología del habla, mediante desarrollos tales como el Servicio Multilingüe de Información de Telefónica.

Por último, la presencia externa de Telefónica I+D en 1995 encuentra su principal expresión en la participación en el Consorcio Unisource, del que forma parte Telefónica, y en el que la Empresa colabora activamente coordinando los planteamientos que definirán las actividades de investigación y desarrollo en el marco de la Alianza.

En 1996 las actividades de Telefónica I+D se orientan a través de cuatro puntos clave: Mercado, Clientes, Grupo Telefónica e Internacionalización. La Empresa en este año asume una serie de retos enfocados a proporcionar a Telefónica una oferta de servicios de telecomunicación y de soluciones cada vez más potente y diferenciada de la competencia. La nueva estructura, orientada desde el marketing, se enfoca a potenciar la idea del Grupo Telefónica y a entrar en contacto cada vez más directo con los clientes finales. En este sentido, es necesario señalar la gran capacidad y versatilidad del equipo humano de la Empresa, que ha sabido adaptarse fielmente al nuevo escenario que se le presenta de forma rápida y eficaz.

Entre las actividades desarrolladas en este año destacan en el ámbito de desarrollo de servicios la consolidación de Infovía, con nuevas prestaciones como el acceso internacional a través del servicio España Directo; el lanzamiento de nuevos servicios sobre la plataforma CPSA, tales como los servicios Televoto y Páginas Blancas, además de constituir dicha plataforma la base para el Centro Internacional de Atención al Cliente.

En el área de servicios móviles hay que señalar el desarrollo del servicio MoviFoto, para la transmisión de imágenes a través de la red GSM. Por otra parte, el área de multimedia contribuye con el lanzamiento del servicio SMINE para el sector de negocios, el Multicentro Electrónico y el Servidor Videotelefónico Interactivo en RDSI.

En el marco de actividades orientadas a la reducción de costes, destacan las nuevas versiones de la EOC, el Sistema de Control Ibercom o el Centro de Gestión Espatel. En otra instancia, el sistema MORE se ha adaptado al nuevo

plan de numeración, lo que posibilita el futuro entorno multioperador al que se llegará tras la completa liberalización del mercado de las telecomunicaciones.

Respecto a la presencia externa, Telefónica I+D continúa su participación activa en programas europeos, tales como ACTS, TELEMATICS, EURESCOM, etc., así como en Unisource, donde Telefónica I+D ostenta la presidencia del Comité de I+D.

El año 1997 viene marcado por la privatización de Telefónica de España, en un paso más hacia la total liberalización. Ello conlleva una profunda reestructuración de la Compañía cuya presidencia pasa a ser ocupada por Juan Villalonga Navarro. Los cambios afectan a todo el Grupo de empresas y así ocurre con Telefónica I+D, donde Antonio Golderos abandona la Empresa al ser nombrado director general adjunto de Planificación Estratégica y Tecnología de Telefónica, siendo nombrado en febrero de este año como nuevo director general de Telefónica I+D Eliseo Sánchez Trasobares, cuyo principal objetivo será el de potenciar la trayectoria de Telefónica I+D en sus últimos tiempos ante la próxima llegada de la libre competencia en todos los campos de las telecomunicaciones en nuestro país.

En 1998, Telefónica I+D celebró el 10º aniversario de su creación. El eslogan «10 años creando futuro», elegido por los empleados, presidió todos los actos conmemorativos.

Durante el mes de junio se celebró un ciclo de conferencias, distribuidas por Videoconferencia y por M-BONE (Internet), dedicado a explorar la visión y los retos de la ciencia, la tecnología y el negocio de las telecomunicaciones en el próximo milenio. Intervinieron destacados especialistas, a nivel mundial, en el campo de las tecnologías y de las telecomunicaciones, procedentes de compañías y laboratorios de I+D, entre ellos, los Premios Nobel, Dr. Murray Gell-Mann y el Dr. Arno Penzias. Además se organizó una exposición-demostración en la sede de Telefónica I+D, de los productos y servicios desarrollados por la empresa que permitió acercarla un poco más a la sociedad. Se incluyeron demostraciones de, entre otros: InfoVía, InfoVía Plus, InfoTV, Multicentro Electrónico, SIMBA, CPSA, TV interactiva, Movistar Foto, Movistar Vídeo y Televigilancia. Fue visitada fundamentalmente por suministradores y clientes de Telefónica y constituyó todo un éxito.

En el mes de mayo se obtuvo la Certificación ISO 14001 de Gestión Medioambiental de AENOR y Telefónica I+D se convirtió en la primera empresa del Grupo Telefónica acreedora de la misma.

En 1998 se inició el proceso de descentralización de Telefónica I+D al instalarse la primera piedra del nuevo edificio en el Parque Tecnológico de Boecillo (Valladolid), que estaría en pleno funcionamiento durante el año 1999.

La plena liberalización de las telecomunicaciones en España se produjo en 1998. Telefónica I+D procedió a la sustitución por motivos regulatorios de InfoVía por InfoVía Plus. InfoVía Plus, producto basado en la Red IP, ofrece servicios nuevos con elevadas garantías de calidad y seguridad. Facilita y flexibiliza tanto el acceso a los

*En 1999 inicia su andadura el segundo centro de Telefónica I+D, situado en el Parque Tecnológico de Boecillo (Valladolid)*

---

proveedores como la provisión de servicios por parte de éstos, manteniendo las características de universalidad y bajo coste en que se basó el éxito de InfoVía.

Telefónica I+D ha continuado dedicando una parte creciente de su actividad a las empresas que operan en el continente americano, contribuyendo al proceso de internacionalización de Telefónica. Se desplegaron, entre otros, los siguientes productos: Servicio de Ventanilla Única en Telefónica de Perú, Centro de Atención al Cliente en Advance de Telefónica de Argentina, el Sistema de Gestión de Tráfico (SGT) en TASA, con una cobertura de 400 centrales de diferentes suministradores y la ampliación de la cobertura de la EOC en cuanto a funcionalidad y tecnologías de red, en las operadoras en las que ya estaba desplegada, es decir, Telefónica de Argentina, CTC y Telefónica de Perú.

En 1999 inicia su andadura el segundo centro de Telefónica I+D, situado en el Parque Tecnológico de Boecillo (Valladolid). El acto de inauguración se celebró en mayo, exactamente un año después del comienzo de las obras. Los dos centros tienen la consideración de una única unidad, con gestión común, de modo que todas las líneas de actividad de Telefónica I+D están presentes en ambas localidades. La asignación de actividades y proyectos concretos a uno u otro centro depende de criterios de eficiencia operativa.

La actividad de la empresa se incrementó un 30% y se centró en tres frentes fundamentales: creación de nuevos negocios, contribución a incrementar la diferenciación en los negocios emergentes y a mantener los negocios consolidados en los que la aparición de nuevos entrantes tiene mayor impacto.

Se ha dotado a Terra Networks tanto de servicios de valor añadido como de servicios generadores de mercado y se han puesto a disposición de Telefónica Cable servicios interactivos de banda ancha, integrados en un primer demostrador (Proyecto Imagenio).

En negocios emergentes se han desarrollado para el de móviles nuevos servicios de valor añadido integrados con Internet y con recursos especiales de tecnología del habla, nuevos servicios asociados a la tarjeta prepago, servicios de localización geográfica y de inteligencia de red. En servicios de datos y acceso a Internet hay que destacar la evolución del servicio InfoVía hacia la nueva generación de servicios IP e InfoVía Plus. Telefónica I+D ha contribuido a la evolución de los servicios de Red IP, incorporando el acceso ADSL a esta red, y así ha potenciado el posicionamiento de Telefónica como operador líder en despliegue de servicios de telecomunicaciones de nueva generación.

En el apartado de negocios consolidados Telefónica I+D ha dirigido sus esfuerzos a promover los ingresos de Telefónica de España, incrementando los servicios de valor añadido, y a potenciar los servicios de atención al cliente. Cabe señalar el despliegue del Gestor de Actuaciones (GA) y los Sistemas de Gestión desarro-

llados para reducir costes de explotación. Un aspecto relevante en este ámbito son los desarrollados para los nuevos negocios, como el sistema de gestión ADSL (SIGA), el de interconexión con otros operadores (SGI) o los relacionados con aspectos regulatorios, como es el caso de la portabilidad de números (SGCP).

Por último, hay que destacar que soluciones inicialmente desarrolladas por Telefónica I+D para un determinado mercado se han desplegado en el mercado latinoamericano con la adaptación adecuada a las características particulares de cada entorno.

El año 2000 ha resultado un ejercicio especialmente interesante en la consolidación de las actividades de Telefónica I+D y su esfuerzo sostenido de aportar valor al Grupo.

Por un lado, los sistemas, productos y servicios desarrollados por Telefónica I+D superaron brillantemente los «maleficios» del cambio de milenio y mostraron su robustez. Por otro, la empresa ha revalidado su alta capacidad de crecimiento consiguiendo un nuevo hito de producción con un incremento de la actividad del 20%.

Durante el primer trimestre del año se produjeron acontecimientos que marcaron de forma notoria el desarrollo de las actividades de la empresa. Merece destacar especialmente el nombramiento como consejero delegado de Isidoro Padilla, para sustituir a Eliseo Sánchez que, con tanto éxito, había dirigido Telefónica I+D durante los últimos tres años.

Asimismo, el primer trimestre se estrenaba una nueva organización dirigida a acercar todavía más la actividad de la empresa a las necesidades y retos del Grupo Telefónica en el desarrollo de nuevos servicios para las diferentes líneas de negocio y encaminada a abordar los retos del desarrollo de nuevos sistemas de gestión que soportarán el creciente despliegue de actividades del Grupo.

A lo largo de 2001, Telefónica I+D ha obtenido una serie de logros, no encuadrados en sus áreas de actividad que han contribuido a su crecimiento y evolución de forma relevante.

Tras la firma de los correspondientes acuerdos con la Generalitat de Cataluña y con la Universidad Pompeu Fabra, se ha creado una tercera sede en Barcelona. A la vez, se ha consolidado completamente el centro de Boecillo, convertido en un referente tecnológico, innovador y empresarial dentro de la Comunidad de Castilla y León, con una presencia muy activa en su entorno. Se han obtenido subvenciones a la inversión, a la innovación y a la creación de empleo.

Telefónica de España ha transferido a Telefónica I+D la gestión de la cartera de propiedad intelectual e industrial con el objeto de rentabilizar de forma más proactiva las tecnologías y los productos asociados. Esta acción ha propiciado una nueva fuente de ingresos. Se han autofinanciado las actividades de Innovación, antes financiadas por clientes, sin impacto en la cuenta de resultados, gracias al esfuerzo realizado en la obtención de subvenciones.

Durante 2001 se ha continuado impulsando la actividad internacional, fundamentalmente en Latinoamérica y en concreto en Brasil, cuyos ingresos de

explotación representan ya el 10% de los ingresos globales, propiciando la apertura de un nuevo centro en ese país.

Se ha participado de forma muy activa en el desarrollo de la Sociedad de la Información, con la elaboración del libro *La Sociedad de la Información en España - Perspectiva 2001/2005*.

Se ha intensificado el desarrollo de las personas que componen la plantilla de la empresa, a través de la formación, alcanzando un total de 55 horas por empleados y año.

Las actividades de Telefónica I+D han experimentado un constante incremento. En 2001 se ha trabajado en 1.200 proyectos que han visto también incrementada la calidad de los resultados transferidos a los clientes. Destacan la contribución al desarrollo de la BA/ADSL y de Internet de Telefónica, la extensión de los servicios móviles en nuevos mercados, la potenciación de los Sistemas de Atención al Cliente y la innovación en nuevas tecnologías, tales como GPRS, UMTS, WLAN, WDW o tecnología del habla.

Telefónica I+D durante el año 2002 ha contribuido significativamente a desarrollar las estrategias definidas por las líneas de negocio del Grupo Telefónica. La Compañía ha continuado apostando por la I+D+i, como pilar fundamental para obtener ventajas competitivas y muchas de estas actividades se han canalizado a través de Telefónica I+D.

Sólo en 2002 se han abordado 1.502 proyectos, cuyas actividades se han integrado de manera especial en la estrategia de Telefónica, dirigida a la creación de valor a través de las comunicaciones y servicios de banda ancha y redes IP. Así, el conjunto de las actividades de Telefónica I+D relacionadas con la gestión y provisión de ADSL de Telefónica de España ha contribuido significativamente a alcanzar el objetivo de un millón de conexiones.

En el año 2002 se ha consolidado la línea de negocio basada en la plataforma de centros públicos de acceso a Internet «Navega Web». Los sistemas domóticos relacionados con la vivienda inteligente han sido objeto relevante de las actividades de innovación. Se ha realizado el despliegue efectivo de los servicios de datos sobre GPRS. Se han creado servicios tan importantes como el 1003 Automático de TdE o el Portal de Voz e-Moción de Telefónica Móviles. Se han desarrollado proyectos para impulsar la Sociedad de la Información y los estudios sobre la Sociedad de la Información en España, Europa y varios países de Latinoamérica se han convertido en referentes para analizar cada situación y plantear propuestas.

La concesión del premio Príncipe Felipe a la Excelencia Empresarial en el año 2002 ha supuesto un reconocimiento a la calidad, innovación y utilidad de las actividades desarrolladas a lo largo de sus 14 años de existencia, una trayectoria que la avala como la empresa privada más dinámica del país.

El apoyo decidido de Telefónica I+D al proceso de internacionalización del Grupo se plasmó en la creación en Brasil de su filial Telefônica Pesquisa e Desenvolvimento.

Durante el año 2003, Telefónica I+D ha trabajado en más de 1.800 proyectos, que han tenido como referencia la innovación tecnológica, en actividades dirigidas a promover el desarrollo de la banda ancha de Telefónica, a disponer de nuevos servicios móviles multimedia, de nuevas plataformas de creación de servicios y de soluciones e-Business, optimizar los procesos de negocio y a liderar el conocimiento y utilización rentable de las nuevas tecnologías, enfocadas desde la visión del cliente.

A pesar de la «dureza» de 2003, Telefónica I+D ha sabido reaccionar con flexibilidad y alineación con las estrategias de reducción de capex y opex, que han permitido al Grupo superar la crisis que ha atravesado el sector.

Telefónica I+D ha realizado el desarrollo e integración del servicio Mundo ADSL, objetivo estratégico de TdE para consolidar la línea de negocio de banda ancha, ha puesto a punto la plataforma Imagenio y ha contribuido eficazmente a la definición de la nueva plataforma de red que, basada en el modelo de Red de Nueva Generación, permitirá soportar todos los servicios de banda ancha.

Telefónica I+D, ha publicado en 2003 su primera Memoria de Sostenibilidad, en la que se da cuenta de las actuaciones económicas, medioambientales y sociales que la empresa desarrolla respecto de las partes interesadas y entornos con los que se relaciona. Esta memoria se basa en el modelo definido por el *Global Reporting Initiative* (GRI), que adoptan como referente las empresas que tienen acreditado un comportamiento acorde con los principios de desarrollo sostenible.

En febrero de 2003 se inauguró Telefônica Pesquisa e Desenvolvimento, primera empresa filial, constituida con el objetivo de apoyar el desarrollo tecnológico de las líneas de negocios del Grupo en Latinoamérica. La actividad en Brasil complementa la que se viene realizando en los tres centros de Telefónica I+D en España (Madrid, Valladolid y Barcelona). En 2003 también se han iniciado actividades en el Parque Tecnológico Walqa (Huesca), en colaboración con la Universidad de Valladolid. Durante 2004 Telefónica ha considerado a la innovación como uno de los cuatro pilares sobre los que se va a desarrollar su proceso de transformación. Para impulsar esta estrategia, ha establecido un nuevo Modelo de Innovación Tecnológica, en el que se considera a Telefónica I+D como el motor de la innovación del Grupo. Uno de los logros más relevantes, en esta línea, ha sido la creación de los Foros de Evolución Tecnológica, con la participación de las unidades de negocio y bajo la iniciativa de la Corporación.

La potenciación geográfica de la Innovación Tecnológica se instrumentará a través de la Red de Centros de Telefónica I+D. Esta estrategia se concreta en iniciativas como la creación en 2004 de Telefónica I+D de México y los primeros pasos para abrir un nuevo centro de I+D en Andalucía.

El Grupo también ha decidido en 2004 que Telefónica I+D sea el desarrollador de soluciones TIC para el Grupo, tanto aquellas necesarias para uso interno como aquellas que se comercializarán para clientes externos al mismo, estimulando la creación de alianzas estratégicas para el proceso innovador.

Telefónica I+D ha trabajado durante 2004 en 1.660 proyectos. Ha sido el año, entre otros muchos resultados, del lanzamiento del servicio Imagenio o del sistema de facturación FAST de Telefónica de España. También ha sido el año del desarrollo del Portal de Selección de Servicios de Banda Ancha, para las operadoras fijas del Grupo en Latinoamérica, de los servicios prepago para Telefónica Móviles en Perú y México, del Sistema Integrado de Gestión de Redes y Servicios (SIGRES), desarrollado para las operadoras fijas del Grupo en Latinoamérica, y del GEISER (Gestión Integral de Servicios de Red) destinado a la gestión de la red de transmisión de Telefónica de España, que está en su fase final de pruebas.

## **EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE AMPER**

En el capítulo 16, a propósito de las empresas españolas creadoras de tecnología, ya destacamos el papel innovador de Amper. Un dato significativo: desde su fundación, en 1956, hasta la decisión de construir el Centro de I+D, en 1972, como fruto de su intensa dedicación a la investigación aplicada, había registrado un total de 58 patentes —algunas internacionales— que fueron la base de esa tecnología.

«Llegados a ese momento, y pretendiendo mantener la línea elegida, pero sin olvidar que el siglo está caracterizado por una competencia cada vez más agresiva y una tecnología más sofisticada, se pensó que era imprescindible un planteamiento que permitiese contemplar las tendencias de la evolución futura, al tiempo que se diseñaba una empresa dinámica y flexible para poderse adaptar a la evolución permanente, lo que permitiría a la empresa integrarse en el mundo del progreso con pleno derecho, independencia y confianza».

El párrafo anterior está extractado de un documento preparado en 1972 para dar a conocer el proyecto de un Centro de Investigación y Desarrollo que la empresa quería llevar a cabo.

## **Ingeniería de procesos, una carencia nacional**

Para entender y valorar los planteamientos de Amper en el terreno de la I+D es imprescindible analizar, aunque sea de forma breve, la situación de la industria de equipos electrónicos en la década de los sesenta. El sector estaba dominado por lo que llamamos «electrónica de consumo», es decir, fabricantes de receptores de radio y de televisión y algún tipo de equipos de audio. Existían en el mercado cerca de un centenar de marcas de televisores y la industria de componentes trataba de atender las necesidades de éstos. En cuanto al sector de electrónica profesional existía muy poca tecnología nacional. En telefonía el líder era Standard Eléctrica, pero en aquella época todavía estábamos en la era de la electromecánica. Algo existía en el tema de la radiodifusión y empezando un grupo de empresas para intercomunicadores, señalización y antenas.

*Estas empresas lo tenían muy difícil porque no había industria auxiliar de componentes profesionales. Incluso, con serias dificultades para adquirir las materias primas*

---

Estas empresas lo tenían muy difícil porque no había industria auxiliar de componentes profesionales. Incluso, con serias dificultades para adquirir las materias primas. Como ejemplo, para construir algo tan simple como un relé de tipo profesional, no existía en el mercado nacional ni alpaca, ni bronce fosforoso, ni rigor en los procesos de su tratamiento térmico para atender las especificaciones de un equipo profesional. Había que recurrir a la importación, con pocas probabilidades de conseguir la correspondiente licencia y difícil de asumir por el volumen mínimo de las partidas que los proveedores extranjeros exigían. Y anti-económico, no sólo por los precios sino por las condiciones de venta, con un crédito irrevocable en el momento de hacer el pedido, mientras que los clientes nacionales, normalmente la Administración o grandes organismos, pagaban al cabo de meses y meses. Y los bancos, para conceder un crédito, exigían además garantías personales. El que tenía iniciativa y coraje para ser empresario tenía además que tener dinero, o ser tremendamente audaz. Por eso a las empresas con tecnología española había que buscarlas con lupa.

Pero había algo más trascendente. Los equipos diseñados y fabricados en España, con frecuencia y sobre todo en su primera fase de vida útil, presentaban problemas de calidad. El problema era que no se sabía «industrializar» los productos. Los diseños pasaban del laboratorio a la fábrica, sin una etapa intermedia de «ingeniería de procesos» donde, entre otros aspectos fundamentales, se analizase el efecto combinado de las tolerancias de los componentes electrónicos (discretos en aquella época y por tanto en número muy considerable en cada circuito) y sin ensayos de fiabilidad que detectasen y permitiesen corregir los defectos de partes, componentes y subconjuntos, frecuentes en el inicio de su vida activa. Y por descontado, sin técnicas y equipos adecuados de control de calidad para recepcionar materias primas y componentes.

A los que conocieron a Antonio Peral, el fundador de Amper, con vocación y empeño hacia la innovación y con el decidido propósito de hacer algo útil para su país, no les extrañará nada que la idea de un Centro de Investigación integral donde se diseñasen y fabricasen algunos componentes básicos, y se industrializasen los desarrollos, fuese un tema constante de conversación con su director general, César Rico, que había realizado su tesis doctoral sobre este tema, antes de incorporarse a Amper y tras estudiar el modelo de Zenith Radio Corporation, en Chicago. Así, la idea, poco a poco, fue tomando forma, y a la vista de los buenos resultados obtenidos por la empresa, a partir de 1971, hizo que en diciembre de 1972 tomasen la decisión de abordar el proyecto de un Centro de Investigación como forma de subsanar las carencias citadas.



## Filosofía de la empresa

Para saber cómo pretendían soportar los gastos que el Centro originaría, se lo preguntamos a Rico, quien nos dice: «Un aspecto fundamental era buscar fórmulas para hacer rentable la inversión, una vez que funcionase el Centro. El diseño del mismo respondía a una suma de necesidades desde un punto de vista conceptual, cámaras de ensayo de tal o cual característica, equipos de laboratorio especializados, etc., pero que, obviamente y sobre todo al principio, no tendrían una carga de trabajo de veinticuatro horas; había que buscar clientes para los servicios que el Centro podía dar».

«Un tipo de clientes ya estaba pensado desde el inicio. Consistía en abordar la exportación a Sudamérica, donde casi era imprescindible el montaje local de equipos, mediante plantas muy elementales de montaje, con empresas locales, tanto de los equipos Amper como de diseños conjuntos que estos posibles socios, formando equipos mixtos, podían hacer en el Centro. Además, con la experiencia ya adquirida en la fabricación de circuitos híbridos de capa gruesa, los montajes se podían facilitar grandemente, por ejemplo, convirtiendo partes que exigían determinados ajustes en híbridos ya ajustados. Eso crearía además una dependencia que facilitaba enormemente el control de las unidades fabricadas, y se evitaban posibles problemas en ese sentido. Con tal fin Antono Peral en su viaje a Caracas a principios de 1975, se entrevistó con Rodríguez Soto, promotor de la Asociación de Empresas Americanas (EMA), estableciendo los protocolos iniciales de lo que se constituyó oficialmente en Madrid, en octubre de 1977, con el nombre de EMATEL (Empresas Asociadas de Telecomunicación), un año después del fallecimiento de Peral».

Con el mismo fin, pero para aprovechar las ideas de los inventores españoles, que tradicionalmente han encontrado dificultades para materializar en productos vendibles sus ideas, se lanzó la campaña «una idea vale un tesoro», donde se ofrecían diversas alternativas de colaboración y participación en los resultados.

Las consideraciones ya citadas y la necesidad de tratar el tema con la amplitud de miras precisa para poder, en su día, vender tecnología desarrollada por encargo de terceros, llevaron a Amper Radio SA a la convicción de que era necesario crear una nueva sociedad cuyo objeto social fuera «el desarrollo, estímulo, cooperación y fomento de la investigación técnica y científica en sus más amplias facetas, pudiendo en consecuencia contribuir a dotar a las entidades que lo precisen de cualquier tipo de medios, ayudas o servicios en relación con la investigación tecnológica o científica». (Esta sociedad, de nombre Investécnica, se creó en agosto de 1972, siendo sus únicos accionistas la familia Peral.)

## El edificio del Centro

En diciembre de 1972 Investécnica adquirió un solar de 5.425 m<sup>2</sup> situado en una zona urbanísticamente considerada como de industria especial, que exigía edifi-

cios singulares, con 78 metros de fachada a la calle Torrelaguna y 70 a la Avenida de América. En el citado solar se construyó un edificio diseñado para las necesidades de Amper, de 9 plantas, con una superficie total edificada de 21.524, m<sup>2</sup> donde se albergaron las Oficinas Generales, el Centro de I+D, la fábrica de circuitos híbridos y una planta de montaje de equipos, que podía servir de piloto.

Para su descripción (cuadro 23.2) recurrimos al artículo publicado por la revista *Mundo Electrónico* con motivo de celebrar Amper su 25º aniversario, bajo el eslogan «25 años creando tecnología», de donde extractamos algunos párrafos:

Cuadro 23.2. **Visita al Centro de investigación de Amper SA**  
*(Extracto del artículo aparecido en el número 103, enero 1981,  
de la revista Mundo Electrónico)*

La misión básica del Centro consiste en realizar todas las operaciones de investigación aplicada y desarrollo hasta llegar a la etapa de fabricación del producto. No se limita a producir un «prototipo de laboratorio» sino que lleva a cabo el proceso completo, es decir, cuando se acomete un proyecto determinado, el resultado final del trabajo del Centro consiste en: prototipos completamente terminados, utillaje para la fabricación de piezas y para el montaje de conjuntos, aparatos de medida y ajuste específicos para esa producción, especificaciones técnicas, normas de calidad, procesos de fabricación, realización de series piloto y entrenamiento teórico y práctico del personal que va a realizar la producción.

...

El Centro de Investigación y Desarrollo está compuesto por las siguientes divisiones operativas: Investigación Aplicada, Ingeniería de Utillaje, Ingeniería de Procesos y Calidad.

**Investigación Aplicada** comprende todos los estudios y realizaciones desde que se tiene una idea hasta que ésta se ha convertido en un prototipo. La organización interna es matricial, existiendo las UOI (Unidades Operativas de Investigación) como grupo característico individual de cada proyecto, y las secciones de apoyo para todas las UOI (Prospección, Especificaciones, Oficina de Patentes, Servicio de Información Técnica, Laboratorio de Medidas Especiales, Laboratorio de Química, Laboratorio de Fotografía [para máscaras de circuitos impresos e híbridos], etc.).

**Ingeniería de Procesos** tiene como responsabilidad principal la industrialización de los prototipos y la automatización progresiva de los procesos productivos teniendo a su cargo la sección de «series piloto» para la comprobación de los procesos y el adiestramiento, tanto teórico como práctico, de los operarios.

La División de **Ingeniería de Utillaje** tiene a su cargo el diseño y construcción de las herramientas (moldes, cortadores, etc.) necesarios para la fabricación en serie de las piezas y la construcción de los elementos de montaje. El dinamismo operativo de esta división es factor decisivo para conseguir un tiempo mínimo en el desarrollo de un producto.

La División de **Calidad** tiene como misión definir el nivel de calidad de cada componente, equipo o proceso y establecer los criterios que permitan comparar los

*Es evidente que el Centro de I+D, realizado sin ningún tipo de ayuda oficial ni subvenciones de ningún tipo, a pesar de responder a una de las mayores necesidades del país, respondió a los objetivos marcados*

resultados reales con los planteamientos teóricos. Engloba el Laboratorio de Fiablez, el Servicio de Homologación y el Departamento de Control de Calidad

...

## Las consecuencias del Centro

Se solicitó a la Casa Real que el entonces Príncipe de España inaugurase el Centro, pero las gestiones se interrumpieron por la reacción de Telefónica. (Cuando se presentó el proyecto al responsable de la política industrial de la Compañía anunció un bloqueo de los pedidos si Amper seguía adelante, y ambas cosas ocurrieron) y, como consecuencia, para pasar lo más desapercibidos posible, entre finales de 1974 y principios de 1975, de forma paulatina, se realizó el traslado. Antonio Peral poco pudo disfrutar de su obra. En julio de 1976 sufrió una operación que le retuvo alejado de la empresa hasta su fallecimiento, a la temprana edad de 55 años, en septiembre de 1977.

A su fallecimiento la propiedad de la empresa pasó a su viuda y a los cuatro hijos menores de edad. Sus colaboradores se vieron obligados a buscar un difícil equilibrio entre las políticas conservadoras de la familia y el alto riesgo de las acciones necesarias para continuar la labor de Peral.

Los trabajos del excelente plantel de ingenieros del Centro, que se habían formado en programas de colaboración con la ETSIT de Madrid, continuaron sus trabajos y dieron sus frutos. Como hemos descrito en el capítulo 16, de sus laboratorios salieron nuevas familias de Contestadores Automáticos, haciendo posible conseguir, durante cinco años, el cien por cien del mercado francés; desarrollar y fabricar para el mercado alemán la familia de Marcadores Telefónicos Namentaster, o el Teléfono-marcador Comfoset 1040, considerado en su presentación en el Telecom de Ginebra como el equipo telefónico más avanzado a nivel mundial; triunfar en la feria de Moscú firmando el primer protocolo de colaboración con la URSS; diseñar y fabricar los primeros equipos españoles que empleaban microprocesadores, o más de un millón de teléfonos de teclado compatibles con las Centrales existentes, tanto para España como para otros países.

Es evidente que el Centro de I+D, realizado sin ningún tipo de ayuda oficial ni subvenciones de ningún tipo, a pesar de responder a una de las mayores necesidades del país, respondió a los objetivos marcados. Otros aspectos del programa inicial, como las inversiones en Hispanoamérica, no tuvieron la misma suerte y en 1982 Amper entró en una crisis económica que acabó con la venta de la Compañía a Telefónica en octubre de 1983.

## La investigación y desarrollo en Amper a partir de 1983

La entrada en el capital de Amper de Telefónica, además de un conjunto de bancos españoles (BBV, Santander, Central, Hispano Americano), permitieron por un lado sacar a Amper de la difícil situación económica en la que se encontraba, además y como consecuencia de lo anterior, se nombró un nuevo equipo directivo.

Antonio López fue nombrado presidente ejecutivo de Amper en enero de 1984, en sustitución de Germán Ramajo que lo desempeñó de forma interina durante tres meses. Telefónica pretendía crear en torno a Amper el polo industrial de las telecomunicaciones en España. Luis Solana, presidente de Telefónica en esa época, fue el impulsor de esta idea, instrumentalizada a través de la Dirección del Departamento Industrial de Telefónica, primero, y de la Dirección General de Filiales y Participadas, de la misma Compañía después.

Amper continuó impulsando la política de I+D de la empresa, ya que al ser una empresa íntegramente española, sin ningún socio tecnológico, sus ingresos debían de proveer de la venta que los productos generase.

Como consecuencia de lo anterior y en apenas tres años desde la toma de control de la empresa por parte de los nuevos accionistas, la actividad de I+D de Amper creció de una manera importante. El número de personas dedicadas a la actividad de I+D creció de manera significativa pasándose de 40 personas existentes a finales de 1983, a más de 120 personas al finalizar el año 1987, de los cuales más del 70% eran ingenieros superiores.

Asimismo, las inversiones en el Centro de I+D no sólo crecieron en número de personas, sino también en inversiones materiales. Fruto de ese esfuerzo inversor y del nuevo ímpetu dado a la actividad, la empresa puso en el mercado nuevos productos, no solamente en área de terminales telefónicos (teléfonos RDSI y adaptadores RDSI, contestadores automáticos, teléfonos multifuncionales, centralitas electrónicas de pequeña y media capacidad, módems fónicos, terminales de transferencia electrónica de fondos, medidores de audiencias televisivas, etc.), sino que Amper también diseñó, industrializó y vendió otro tipo de productos. Diseñó una familia de equipos y sistemas orientados a la generación de tarifas en las centrales telefónicas, medidores de tráfico telefónico, además de iniciar una línea de actividad relacionada con la lectura y grabación automática de caracteres ópticos y magnéticos.

Para impulsar el Área de Investigación y Desarrollo, Antonio López puso al frente de la Dirección de Tecnología a José Luis Adanero, proveniente de Telettra Española, donde había dirigido durante varios años la actividad de Investigación y Desarrollo de esta empresa. La actividad de I+D dentro del Grupo Amper creció en paralelo al crecimiento del Grupo de Empresa. La adquisición por parte de Amper del 100% de las acciones de Elasa, SA (Electrónica Aragonesa, SA) ubicada en Zaragoza y que tomó la denominación de Amper-Elasa, la adquisición asimismo del 100% de las acciones de Telefonía y Datos, que tomó la deno-

minación de Amper Datos, SA, hizo que la actividad de I+D en el Grupo Amper creciera en consonancia con el crecimiento de la actividad. Se optó inicialmente por un modelo para la actividad de I+D del Grupo descentralizado, donde cada una de las empresas, llevaba a cabo las actividades específicas de I+D de sus líneas de productos.

José Luis Adanero fue nombrado director general del Área de Tecnología del Grupo Amper, coordinando e impulsando las actividades de I+D de las diferentes empresas, y vicepresidente ejecutivo después de las empresas Amper Elasa y Amper Datos.

Durante este período (1986 a 1992) se impulsó una magnífica colaboración entre los Centros de I+D de cada una de las empresas y el Centro de Investigación y Desarrollo de Telefónica (Telefónica I+D). Se crearon grupos mixtos de trabajo de desarrollo de productos, integrados por ingenieros de Telefónica I+D y por ingenieros del Grupo Amper (Amper Telemática, Amper Elasa, Amper Datos) para trabajar conjuntamente en el desarrollo de los productos, y al mismo tiempo para industrializar el producto desde los propios laboratorios.

Esta colaboración fue especialmente fructífera tanto para Amper como para la propia Telefónica. Dentro de este contexto se desarrollaron productos tales como el Teléfono Público Modular (TPM) y el Sistema de Gestión asociado, con el que Telefónica renovó toda su planta de teléfonos de la vía pública en España, y sirvió para generar un importante negocio en Telefónica Argentina, CTC Chile, Telefónica de Perú, CANTV en Venezuela. Fue el primer teléfono público en el mercado mundial que permitía el pago simultáneo con monedas y tarjeta chip. El producto fue vendido por Amper en 36 países, antes de vender la actividad a Siemens en diciembre de 1996.

Amper Datos colaboró muy estrechamente con Telefónica I+D en el desarrollo del Sistema de Conmutación de Paquetes Tesys B. (Quizás el proyecto de I+D del sector de las telecomunicaciones más ambicioso llevado a cabo durante el siglo xx en España.)

El Tesys B representó no sólo un importante esfuerzo innovador en tecnología sino también un esfuerzo inversor de Telefónica. El proyecto sirvió para llevar a cabo la renovación de la Red de Conmutación de Paquetes de Telefónica (Iberpac).

El Sistema de Gestión de las redes telefónicas (EOC, de conmutación, de transmisión, Iberpac, etc.), así como toda la evolución posterior hacia plataformas de gestión de red, fue otro ejemplo de colaboración entre la industria (Amper Datos) y Telefónica.

El desarrollo de la tecnología dentro del Grupo Amper, y en especial la colaboración establecida con Telefónica I+D, fue la responsable del crecimiento de las ventas dentro del Grupo Amper desde el año 1983 hasta el año 2000, que llegaron a superar los 50.000 millones en aquel año.

## EL CENTRO DE I+D DE TELETRA ESPAÑOLA

### Nacimiento de Telettra Española y de su Centro de I+D

Fue a finales de los años sesenta cuando Telettra, compañía italiana de telecomunicación, se afincó en España. El *boom* económico de entonces evidenció la incapacidad nacional para el suministro del equipamiento que Telefónica, entonces CTNE, necesitaba para atender a la enorme demanda de telecomunicaciones que el país requería.

La política industrial, autárquica, de entonces llevó a solicitar el suministro extra de dicho equipamiento a compañías extranjeras, condicionando la entrega de este mercado a su presencia física en España, y con dotación adecuada a la máxima aportación de valor añadido: básicamente capacidades industrial y de desarrollo de equipos.

Es por ello que Telettra construyó en España una factoría a imagen y semejanza de la que poseía en Lombardía, y acogió previamente en ésta a un numeroso grupo de jóvenes recién laureados en Ingenierías y Ciencias, con el fin de formarles en las diferentes actividades necesarias para la creación de una filial con la máxima capacitación y, en el futuro, autonomía.

Dentro de este grupo selecto de «emigrantes» se encontraba lo que sería el núcleo para la posterior creación del Centro de Investigación y Desarrollo de Telettra Española: el coloquialmente llamado «Laboratorio», y dentro de ese grupo se encontraba Juan Antonio García Pérez sin cuya ayuda y participación hubiera sido imposible la narración de esta crónica y testimonio.

Cada uno fue asignado como colaborador de un responsable en un determinado desarrollo, con el fin de que adquiriera conocimiento en productos, tecnologías, técnicas y procedimientos. No quedó área por cubrir:

- Productos: Radioenlaces analógicos, Múltiplex analógicos, Equipos de línea coaxial, sistemas de conmutación
- Tecnologías: Microondas, circuitos analógicos, incipientes circuitos digitales, software
- Técnicas: Diseño de circuitos impresos, diseño mecánico, etc.
- Procedimientos: Documentación industrial, normas de calidad, etc.

La primera contribución española al catálogo de Telettra fue pues de apoyo, con presencia puntual en ciertos productos de vanguardia:

- Múltiplex analógico FDM hasta 960 canales telefónicos.
- Módem telefónico en banda de base, pionero en el mercado.
- Radioenlaces analógicos con capacidades de hasta 1.260 canales telefónicos

- Equipos coaxiales para la transmisión de hasta 2.700 conexiones telefónicas

En el año 1972 se concluyó e inauguró el centro industrial y de desarrollo de Telettra Española en Torrejón de Ardoz (Madrid). A partir de ese momento comenzó el retorno de los cuadros formados en Italia y, con él, la constitución del centro de I+D. Junto a ellos se incorporarían nuevos técnicos, todos ellos recién titulados en España.

Es momento de destacar la idiosincrasia de este centro a lo largo de toda su historia, derivada de su constitución por personal exclusivamente proveniente de la Universidad y de una común y única formación profesional, en el Laboratorio de Telettra en Italia.

### **Los primeros desarrollos en España: Adaptación de equipos a la red española... y otros**

Las primeras «innovaciones» realizadas en el recién estrenado centro en Madrid tuvieron como objetivo común la adecuación del catálogo de Telettra a las peculiaridades de la red de telecomunicaciones en España. Valgan como ejemplos los siguientes:

- Adaptación de la señalización del múltiplex PCM de 30 canales telefónicos DT30.
- Diseño de ecualizadores para el sistema de transmisión por cable coaxial entre Madrid y Barcelona, permitiendo la transmisión simultánea de 2.700 canales telefónicos.

Pero pronto aparecieron oportunidades para el desarrollo de equipos completos; cierto que de pequeña envergadura, pero no por ello menos importantes desde un punto de vista no sólo de innovación sino también de negocio. Se trata de una familia de equipos asociados a distintos tipos de líneas telefónicas (públicas y privadas) que permiten una tarificación flexible, asociada al establecimiento y a la duración de las llamadas telefónicas. Estos equipos darían lugar, tiempo después, al comienzo de la actividad exportadora de Telettra Española, concretamente a diversos países de Hispanoamérica.

Otro éxito pionero asociado a la innovación consistió en el desarrollo de un equipo radioenlace analógico con capacidad de 960 canales telefónicos, operante en la banda de 6 GHz, cuya primera aplicación fue una red dorsal desplegada en Uruguay. Se trata del primer equipo de microondas desarrollado en España. Asimismo se llevó a cabo entonces el desarrollo completo de un múltiplex digital 2/8 Mbps con destino inicial a la exportación, siendo Suecia el primer cliente.

La colaboración entre las dos compañías, Telettra y Telettra Española, fue una constante a lo largo de la historia de ambas. Un ejemplo en aquellos años

setenta fue el despliegue de una red de microondas en la región siberiana de la URSS, contrato adjudicado a Telettra, y para el que en España se llevó a cabo el desarrollo completo de un equipo multiplexor de canales musicales asociados a un programa de TV. Obvia decir que, asociado a tal desarrollo, se incluía su producción y suministro desde España.

Una nueva actividad nacerá al final de los años setenta, y con ella, la creación de un centro especializado. Se trata del desarrollo de sistemas de telesupervisión centralizados y automatizados, uno de los primeros ejemplos de utilización de mini procesadores y software aplicativo, en lo que con el tiempo dará en llamarse SCADA. Las primeras aplicaciones fueron en campos tan diversos como el transporte y distribución de energía eléctrica o la red de telecomunicación para la distribución de señales de TV desplegada para el acontecimiento en España del Campeonato Mundial de Fútbol del año 1982.

La vocación «radio» de este centro de I+D comenzará a tomar cuerpo a partir del desarrollo de una familia de equipos analógicos para el establecimiento de radioenlaces de pequeña capacidad (desde 12 hasta 120 canales telefónicos), operante en las bandas de 400 y 900 MHz.

A lo largo de los años setenta, aparte de hitos puntuales como los comentados anteriormente, el Centro de I+D irá evolucionando en diversos frentes:

- Adquisición de nuevos medios para el desarrollo de elementos físicos (circuitos impresos y piezas mecánicas) asistidos por ordenador. La dotación fue pionera en España, y modelo posterior para otras empresas.
- Crecimiento de plantilla, superando la cifra de 100 personas, y acompañamiento asociado de dotación de equipamiento.
- Formación en tecnologías especializadas: microprocesadores, software avanzado, etc.

## Principales áreas de actividad

Una inquietud en Telefónica y en los gobiernos de los años ochenta dará lugar a la constitución de un centro de excelencia en Telettra Española, con reconocimiento internacional: el suministro de servicio telefónico en cualquier rincón de España o la más coloquialmente llamada Telefonía Rural.

Nació esta actividad como un diseño en colaboración con el Centro de Investigación y Desarrollo de Telefónica y consistió en la concepción de un equipo altamente complejo para aquella época. Se trataba de un sistema de radio-enlaces punto a multipunto constituido por una serie de equipos de radio monocanal analógico con agilidad de frecuencia operante en bandas VHF y UHF. Un sistema de software aportaba la inteligencia de asociar en modo dinámico este conjunto de enlaces a un número muy superior de abonados telefónicos, disper-



*La creciente necesidad de circuitos dedicados de datos era ya un hecho en España y la falta de estándares claros movió a Telefónica a adelantarse en tal sentido. Acudió a Telettra Española para proceder al diseño de un equipamiento de multiplexores digitales de datos de muy distintas velocidades*

---

sos en un área del orden de unos 300 Km<sup>2</sup> Esta asociación se basaba en el principio de solicitud de comunicación por un usuario del sistema o por la aparición de una llamada destinada a uno de aquellos.

Al anterior desarrollo le seguirá posteriormente su hermano mayor, un sistema punto a multipunto similar en su funcionalidad, pero donde el manejo de la información vocal a transportar será enteramente digital. Aparte de la innovación tecnológica que ello suponía, aportaba como importantes mejoras en su aplicación: el incremento de capacidad (más de 400 usuarios por equipo) y la drástica reducción de coste por abonado, dado que tanto el equipo central como el periférico eran compartidos por varias líneas telefónicas.

Estos desarrollos, llevados a cabo íntegramente en España, dieron reconocimiento internacional a Telettra Española, tanto por la exportación de estos equipos a los cinco continentes como por la continua presentación de ponencias en foros internacionales especializados (ERC, IRR, etc.) y la obtención de patentes asociadas.

El «saber hacer» adquirido en el desarrollo de esta familia de equipos dará lugar a un doble posicionamiento del «Laboratorio» de Telettra Española en el concierto multinacional de Telettra años después:

- Especialización en el diseño de equipos de microondas de pequeña y mediana capacidad.
- Dominio de las tecnologías fundamentales para el futuro desarrollo de los sistemas de comunicaciones móviles celulares.

Otro frente totalmente distinto abierto durante los años ochenta, y nuevamente pionero en España, consistió en el diseño del primer sistema y terminal asociado para la tramitación en tiempo real de operaciones de compraventa realizadas por consumidores en negocios de todo tipo, utilizando como medio de pago tarjetas de crédito y/o débito.

Una nueva necesidad de Telefónica abrió un nuevo frente innovador en Telettra Española. La creciente necesidad de circuitos dedicados de datos era ya un hecho en España y la falta de estándares claros movió a Telefónica a adelantarse en tal sentido. Acudió a Telettra Española para proceder al diseño de un equipamiento de multiplexores digitales de datos de muy distintas velocidades. Con ellos se constituiría la denominada red Ibermic en España y un catálogo de equipos que tuvo un gran éxito no sólo en España sino también en un número nota-

ble de países iberoamericanos. Tanto es así que dicho catálogo está aún vivo a la fecha de hoy.

En paralelo, el centro de I+D español ha continuado suministrando diversas soluciones en el ámbito de la transmisión: múltiplex analógico de 120 canales telefónicos, equipo regenerador digital de línea para la transmisión de 2 Mbps, y otros.

Los sistemas de multiacceso digital para telefonía rural supusieron la «mayoría de edad» del Centro de I+D de Telettra España, que entonces así se llamaba la compañía, ya en la segunda mitad de los años ochenta. Y esta situación supuso un cambio importante en su relación con la casa matriz, Telettra. Efectivamente, si hasta entonces cada centro funcionaba con autonomía, enriqueciendo sus respectivos catálogos de un modo independiente, la compañía italiana comprendió que era momento de concebir una política de innovación conjunta, correspondiente a una concepción de compañía multinacional.

La primera consecuencia de tal decisión fue el desarrollo conjunto italo-español de una nueva familia de equipos digitales de microondas para el establecimiento de radioenlaces operantes en las bandas de radio de 1,5 y 2,4 GHz. Dicha familia permitía la transmisión de hasta 2 flujos de 2 Mbps.

Con posterioridad se tomaría la decisión de especializar a Telettra España en el diseño y producción de equipos radio de pequeña capacidad, con exclusividad y para el catálogo conjunto de Telettra. Ello supuso una elevada inversión en salas blancas, planta de fabricación de circuitos cerámicos de capa gruesa y fina, tecnologías básicas en aquellos años para su aplicación en circuitos híbridos de microondas.

En la misma línea estratégica se asignó a Telettra España la completa responsabilidad en la creación y evolución del catálogo de sistemas de transmisión por FO de pequeña capacidad. Los futuros productos de transmisión por FO a 2, 8 y 34 Mbps, tanto multimodo como monomodo, saldrían del centro localizado en España.

Asimismo, iniciaba entonces la tecnología denominada MMIC (circuitos integrados monolíticos de microondas). Telettra España formó un equipo de expertos en dicha tecnología y se dotó de las especializadas estaciones de diseño asistido por ordenador. Uno de los resultados más prometedores de tal innovación fue el primer diseño a nivel mundial de un circuito monolítico, en arseniuro de galio, con la función de multiplicador lineal de radiofrecuencia, operativo en frecuencias de hasta 3 GHz.

Otro desarrollo que requiere una atención especial es el proyecto, soportado por un programa europeo Eureka, para el desarrollo de un codificador digital de TV de alta definición (8 veces superior definición que una señal convencional) con compresión de velocidad. La complejidad de tal diseño, la imperiosa necesidad de utilizar las tecnologías HW y SW de procesamiento de señal en tiempo real de muy alta velocidad, requería de una especial dotación tanto humana como

*Aunque la presencia de Ericsson en España se remonta a 1922, no se introdujo en el campo de las telecomunicaciones públicas hasta 1970, año en el que creó, junto a Telefónica, la compañía Intelsa*

---

material, y ello se logró mediante un desarrollo conjunto entre la Universidad Politécnica de Madrid, RTVE, RAI, Telettra y Telettra España.

El resultado inmediato de aquel proyecto fue la realización de un codificador digital para TV de alta definición comprimido en una señal de 34 Mbps, valor igual al que se aplicaba entonces a una señal convencional. Se utilizaron varios ejemplares de este equipamiento durante el campeonato mundial de fútbol celebrado en Italia en el año 1990 y durante los eventos de 1992 en España. En el año 1990 se procedió a la primera transmisión de un programa de TV de alta definición vía satélite, gracias a dicho proyecto.

Con posterioridad, y derivado de tal labor de investigación, se definieron diversas recomendaciones en el ITU para la definición de los estándares de codificación digital de señales de TV y su transmisión en enlaces con calidad de contribución. Incluso hoy día, los distintos estándares de uso común en Internet (MPEG, JPEG, etc.) incorporan los principios de procesado desarrollados para el anterior proyecto.

Y llegó el año 1990, y con él la adquisición del grupo Telettra por Alcatel, con Telettra España como parte de aquél.

En aquel momento «el Laboratorio» había llegado a su esplendor, la plantilla a bordo marcaba su máximo, alrededor de 300 personas, y disponía de un centro nuevo e independiente, situado en Barajas, próximo al aeropuerto de Madrid. Disponía de un centro muy avanzado para el diseño de circuitos digitales, híbridos y monolíticos de microondas. Destacaba también la dotación de estaciones para el desarrollo de software y firmware. Por último, contaba con su posicionamiento estratégico en el grupo Telettra para el liderazgo en el diseño y fabricación de toda una familia de equipos. En aquel momento, más del 60% de la venta de Telettra España había nacido en su Laboratorio.

Era necesaria, sin embargo, una actuación diferente, integrar toda esa capacidad y conocimiento en un grupo mucho mayor. Con el tiempo, los sistemas multiacceso digital evolucionarían hacia aplicaciones urbanas (LMDS), la especialización en técnicas de acceso se dirigirían hacia otro tipo de productos con transporte por fibra óptica,... pero ésa ya fue otra historia.

## **EL CENTRO DE I+D DE ERICSSON**

El Centro I+D de Ericsson España es Centro de Competencia de Ericsson a escala mundial en el área de Bases de Datos para Usuarios, tanto para las Redes Móviles (GSM/WCDMA) como para la capa de servicios IP Multimedia, tanto para redes fijas como móviles.

*Durante el ejercicio 2004 el centro realizó inversiones por valor de 41 millones de euros, con una capacidad de desarrollo de 645.000 horas, de las cuales 25.000 fueron invertidas en el desarrollo de las competencias humanas, de negocio y técnicas de su personal*

## **Historia del Centro**

Aunque la presencia de Ericsson en España se remonta a 1922, no se introdujo en el campo de las telecomunicaciones públicas hasta 1970, año en el que creó, junto a Telefónica, la compañía Intelsa. En 1987, Ericsson adquirió la participación de Telefónica en Intelsa, que pasó a denominarse Ericsson España SA en 1991.

Desde el inicio de sus actividades en España, Ericsson ha apostado por las actividades de I+D, política reforzada en 1986 con la creación del centro de I+D situado cerca de la Avenida de América en Madrid y punto focal y origen de muchos de los servicios y aplicaciones que se están comercializando en todo el mundo.

## **Actividades y responsabilidades**

El centro es responsable de los nodos HLR/FNR/AUC, HSS/EWAS, EPC y USIS (AAA, EDS), así como de la realización de adaptaciones para el mercado de dichos nodos. El objetivo de estos nodos es facilitar la gestión de suscripción y la localización de abonados, de sus direcciones y nombres, y la incorporación de mecanismos eficientes de autenticación que garanticen la seguridad y privacidad de la transferencia de datos, tanto en la red como en la provisión de servicios a los usuarios.

En el área de Empresas, el centro tiene la responsabilidad en el desarrollo de aplicaciones para MX-ONE y centralitas MD110.

Para la adaptación de estos productos a las necesidades de los distintos mercados cuenta con dos centros, uno para las adaptaciones de red inteligente (IN) al mercado español, y otro para la adaptación del resto de productos a cualquier mercado del mundo.

Su responsabilidad abarca prácticamente todo el ciclo de vida desde la gestión estratégica de producto, el márketing, el soporte técnico de ventas, la gestión de sistemas, con soluciones globales de red y nodo, el diseño, pruebas e integración de sistemas.

También ofrece servicios de consultoría en el área de capa de servicios tanto en las etapas de definición de soluciones y servicios como en la prestación de servicios de migración de datos y el dimensionado de la capacidad de los nodos.

En el centro I+D de Ericsson España trabajan 450 personas, de las que aproximadamente el 95% son ingenieros o titulados universitarios. Durante el ejercicio 2004 el centro realizó inversiones por valor de 41 millones de euros, con una capacidad de desarrollo de 645.000 horas, de las cuales 25.000 fueron invertidas en el desarrollo de las competencias humanas, de negocio y técnicas de su personal.

El centro ha participado desde su fundación en los programas europeos de I+D, siendo de destacar la importante participación en proyectos orientados al desarrollo de IMS (IP Multimedia Subsystem), que, enmarcados en el programa EUREKA, obtuvieron ayudas del Ministerio de Ciencia y Tecnología a través del programa PROFIT.

El grupo de innovación del centro de I+D participó activamente en la presentación de propuestas y realización de proyectos de investigación gestionados dentro del VI Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Unión Europea. De estas líneas abiertas cabe destacar el proyecto EUQOS, dedicado a la calidad del servicio extremo-a-extremo en las redes IMS.

## **Colaboración con la universidad española**

La relación de Ericsson con la universidad española viene siendo una constante a lo largo de los años y está canalizada a través de la participación en diversos proyectos de investigación, cursos de posgrado o acuerdos específicos con universidades.

En 1997 Ericsson firmó un convenio con la Universidad Carlos III para la creación de la «Cátedra Ericsson». La creación de esta cátedra de estudios sobre telecomunicaciones respondía al mutuo interés de la Universidad y Ericsson por promocionar el estudio, la formación y la investigación de las telecomunicaciones. El acuerdo que la compañía mantiene con la Carlos III, sin duda un modelo para la relación de Ericsson con la universidad, implica la concesión de becas al profesorado de esta universidad para que puedan perfeccionar su capacitación en centros y universidades extranjeras; ayudas a estudiantes de pre y posgrado para formación específica; preparación y ejecución de seminarios y cursos y desarrollos de trabajos en colaboración con Ericsson España. En la actualidad subvenciona la Cátedra y un Laboratorio.

Durante el año 2004 Ericsson España continuó su colaboración con diversas universidades potenciando significativamente el acuerdo con la Universidad Politécnica de Madrid, con la creación de cuatro células de innovación y una de investigación, subvencionando la Cátedra Ericsson, así como el laboratorio donado en 2000 de tecnologías multimedia para telefonía móvil de tercera generación. Dentro del acuerdo con la Universidad Politécnica de Madrid, becarios de esta universidad realizan sus prácticas en el Centro de I+D de Ericsson.

Participa desde su constitución, como miembro de pleno derecho y patrocinador, en el Comité de Programa de las Jornadas Telecom I+D, organizadas para convertirse en un punto de encuentro para empresas, universidades y centros de investigación españoles, donde se comparten, en un marco distendido, los conocimientos y las actividades de I+D que se llevan a cabo en nuestro país. La meta final es mejorar el contexto relativo a la sociedad de la información.

Desde la unidad de innovación del Centro de I+D se ha trabajado activamente en tres de las plataformas tecnológicas que son grupos o polos de exce-

lencia y coordinación técnico-científica sectoriales, compuestos por todos los actores relevantes en una determinada área de las Tecnologías de la Sociedad de la Información. En este año se ha participado en las plataformas:

- eMOV: Plataforma Española de Comunicaciones Inalámbricas
- eSEC: Plataforma Tecnológica Española de Seguridad y Confianza
- eNEM: Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Audiovisuales en Red

En las dos primeras, Ericsson España ocupa la Vicepresidencia.

El Centro I+D de Madrid está certificado de acuerdo a las normas ISO 9001:2000, ISO 14001 y BS 7799:2002 (*Information Security Management System*) y tiene implementados los principios de calidad software y gestión de procesos emanados de los modelos más relevantes como el CMM (*Capability Maturity Model*). La gestión del centro está basada en los principios de excelencia del Modelo EFQM (*European Foundation for Quality Management*).

## Hitos de la actividad de I+D de Ericsson en España

- 1981: Inicio de las actividades de I+D en sistemas electrónicos.
- 1986: Creación del centro de I+D (desarrollos para Telefónica redes fijas).
- 1990: Inicio de los desarrollos en el sistema GSM de telefonía móvil.
- 1991: Inicio de los desarrollos en sistemas de gestión de redes (TMOS).
- 1993: Participación en proyectos de banda ancha (Piloto Alemania).
- 1995: Se asigna al centro la responsabilidad global del área de producto CSP (sistemas de protocolos señalización para redes fijas y móviles).
- 1996: Se consigue el nivel 2 CMM (modelo que mide la madurez de una organización en la ingeniería de software).
- 1997: Se asigna al centro la responsabilidad global del área de producto GDB (Bases de datos para redes GSM).
- 1999: Se consigue el nivel 3 CMM.
- 2000: Consolida su posición como principal centro de diseño del área de servicios de Red Inteligente del Grupo Ericsson.
- 2002: El Centro de I+D de Madrid es seleccionado como «Main Center» dentro del Área de Redes de Servicios y Aplicaciones de Ericsson.

No quisiera terminar este capítulo sin mencionar la labor tecnológica y el soporte que a los centros anteriores se les dio desde el Centro Nacional de Microelectrónica desde sus sedes de Barcelona, Madrid y Sevilla donde sus investigadores en solitario o en colaboración con las empresas llevaron a cabo los circuitos que eran necesarios para la implantación de los productos.

# POLÍTICAS PARA EL FOMENTO DE LA INNOVACIÓN

*José Manuel del Prado*

Es objeto de este capítulo la crónica de todos los impulsos que los diferentes gobiernos centrales y autonómicos han dado con el objetivo de colocar a la Investigación y al Desarrollo en este país en el lugar que actualmente ocupa; no vamos a entrar en valoraciones ni absolutas ni relativas ya que es nuestra única intención la narración de los hechos y no su evaluación. Como se verá en las próximas páginas no fueron pocos dichos impulsos y desde todos los ángulos.

## PROGRAMAS EUROPEOS

### Breve perspectiva histórica

En junio de 1985 España firmó solemnemente su incorporación a la Unión Europea (UE) siendo efectiva esta incorporación desde el 1 de enero de 1986. Hace por tanto veinte años que España forma parte de la UE como miembro de pleno derecho. En estos veinte años nuestro país ha cambiado profundamente. Prácticamente todos los sectores de la sociedad española han sufrido transformaciones en sus comportamientos, en sus estructuras organizativas, en la forma en la que se abordan los problemas y en la intensidad de la cooperación con otros Estados miembros de la UE.

También este proceso ha afectado al sistema español de Ciencia-Tecnología-Empresa (C-T-E). Un sistema que en 1985 apenas disponía de un marco legal estable en el que asentarse, y con un gasto en investigación y desarrollo tecnológico (I+D) típico de los países en desarrollo. Debe recordarse que la denominada Ley de la Ciencia (Ley 13/86) surgiría un año más tarde impulsando y coordinando las actuaciones en I+D a través de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), asentando la investigación en las universidades y en los organismos públicos de investigación, y creando los planes nacionales de

I+D. Se forjaba, por tanto, un marco de financiación estable aunque muy limitado económicamente para las actividades de I+D.

También en 1986 España comenzó a participar en los programas marco de I+D de la UE aprendiendo, poco a poco, a colaborar con otras empresas, universidades y centros de investigación europeos. No todas las organizaciones eran conscientes en aquellos años de que el conocimiento científico y tecnológico se generaba en red y teníamos que formar parte de esas redes. Fueron, en gran medida, el sistema público y las multinacionales asentadas en nuestro país las entidades que asumieron en primer lugar este reto.

Desde el año 1982, el Centro de Investigación de ITT en España, heredero del CISE, estaba llevando a cabo una colaboración sistemática con todos los grupos activos en las universidades españolas en el área de la investigación software; las Escuelas de Telecomunicación de Madrid y Barcelona, las Escuelas de Industriales de Sevilla, Valencia y Zaragoza, las Facultades de Físicas de Madrid, Barcelona (Autónoma), Granada y Santiago estaban inmersas en el esfuerzo intentando concretar un camino único que encauzara los esfuerzos que en ese momento se estaban haciendo en nuestro país en lo que podíamos llamar la especificación formal de un programa de ordenador que facilitara su prueba y puesta a punto automáticamente. Este esfuerzo dentro del país llevó a la participación de universidades de otros países que estaban colaborando con la universidad española; todo ello originó que antes de la entrada de España en la UE ya había una empresa, Standard Eléctrica, y un racimo de universidades: Madrid, Passau, Bremen, Dortmund, que estaban trabajando en un lenguaje formal de especificación de programas bajo el liderazgo del responsable del Departamento de Tecnologías Software del Centro de Investigación de Standard Eléctrica.

El actual vicerrector de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid, Gonzalo León Serrano, en aquellos días catedrático de ordenadores de la Escuela de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid y miembro del equipo que logró ese primer proyecto y que luego ha tenido diversas responsabilidades en la Administración relacionadas con este tema, ha escrito la mayor parte de este apartado.

El fin de la autarquía en la actividad investigadora suponía un cambio sustancial en las formas de trabajar y de elaborar las propuestas pero, sobre todo, en el fondo: en aceptar una agenda de investigación internacional sobre la que nuestra influencia era escasa. El peso «político» español en la esfera internacional de la I+D y, concretamente, en la europea, distaba de ser importante. Pero existía una conciencia colectiva de que era necesario incorporarse con todas las consecuencias. Posiblemente, actuaba a favor de esta posición el convencimiento colectivo de que con ello se cerraba el proceso histórico de aislamiento.

Pasarían aún muchos años desde esa segunda mitad de los ochenta para que España cruzase el umbral del 1% de gasto en I+D (sólo se consiguió en 2002) y hoy (datos de 2005) con el 1,05% (tras la revisión efectuada en 2005 del PIB) se acerca al valor de Italia, pero aún está muy lejos de la media comunitaria (cerca-



*La participación del sector privado en la financiación de las actividades de I+D ronda el 50% y está muy lejos de los dos tercios propugnados por la UE a pesar de la existencia de un marco fiscal muy beneficioso*

---

na al 2%) y del valor objetivo de referencia del 3% en el año 2010 consagrado en el Consejo Europeo de Barcelona. La participación del sector privado en la financiación de las actividades de I+D ronda el 50% y está muy lejos de los dos tercios propugnados por la UE a pesar de la existencia de un marco fiscal muy beneficioso.

También los datos correspondientes a los recursos humanos en I+D han mejorado sustancialmente en el período considerado. Debe aceptarse que España aún no es atractiva para los investigadores de otros países y la comúnmente denominada «carrera investigadora» sigue sin asentarse. Finalmente, la movilidad de investigadores entre el sector público y el privado es más una excepción a título personal que una estrategia institucional.

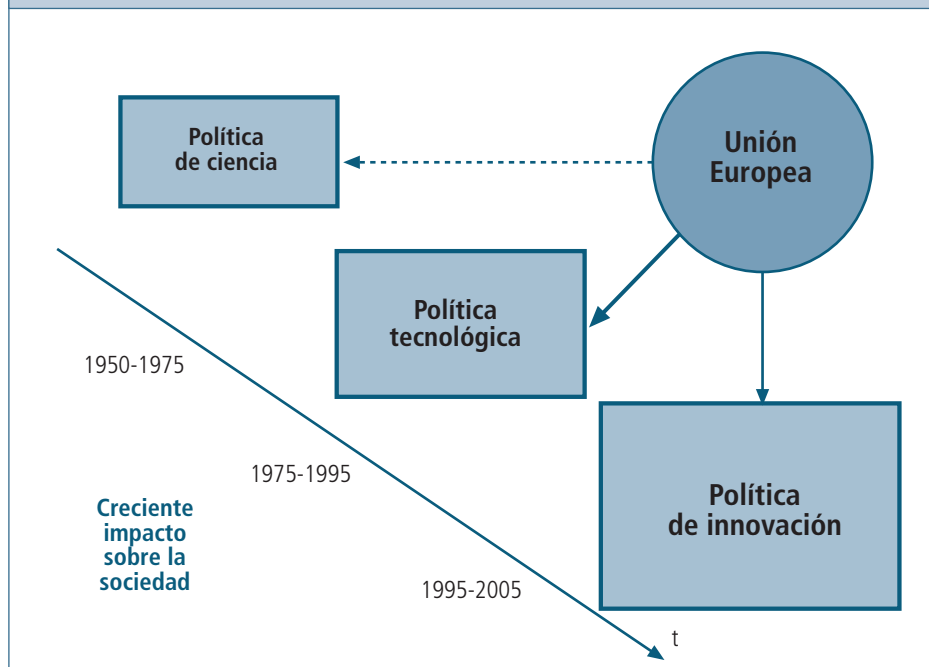
En este panorama de luces y sombras podría preguntarse hasta qué punto las políticas de I+D e innovación en la UE han afectado a la formulación y a la implantación de las políticas nacionales e institucionales de I+D en España y han contribuido a ese cambio al que se ha aludido anteriormente. Y pensando en el futuro, cómo se espera que afecten en los próximos años dentro de esa «estrategia de Lisboa» promovida por la UE pero implementada en los Estados miembros.

Cuando se considera la evolución de la política de I+D, y más recientemente de innovación, de la UE en el período transcurrido desde el final de la II Guerra Mundial a la actualidad, es evidente que la situación ha cambiado profundamente. En el cuadro 24.1 se expresa este proceso de forma esquemática en tres grandes fases evolutivas: una primera (hasta 1975), caracterizada por la importancia de una política científica; una segunda (hasta 1995) en la que el motor de la actividad se concentra en una política tecnológica, y una tercera (hasta hoy día) en la que el énfasis se amplía hasta cubrir ese concepto elusivo de política de innovación. Debe tenerse en cuenta que el ámbito de actuación es cada vez mayor aceptándose un enfoque en el que la política de I+D se considera como política catalizadora al servicio de otras políticas públicas.

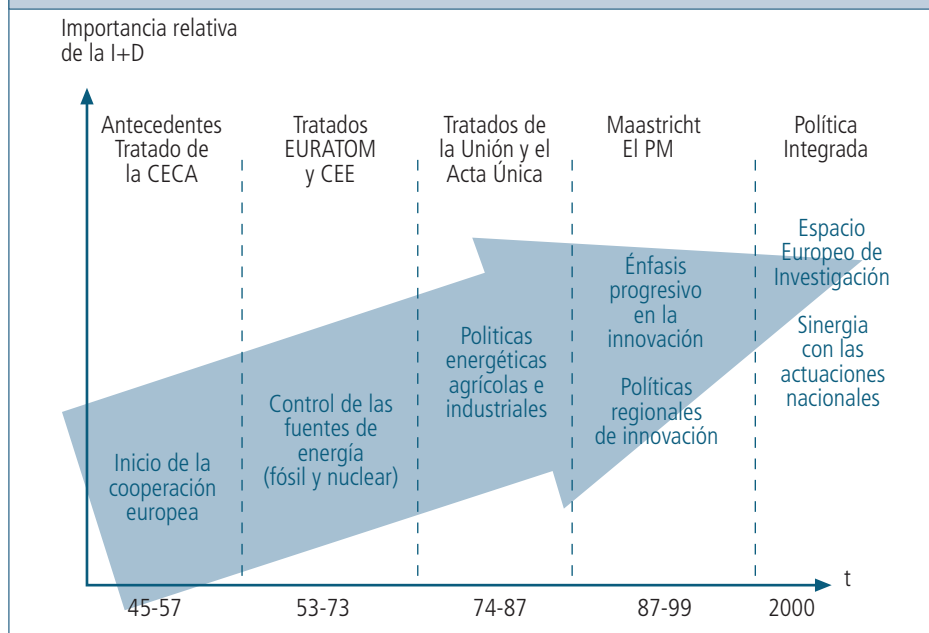
A lo largo de este proceso se ha producido un incremento notable de la participación ciudadana o, al menos, de su consideración como eje y destinatario de la actuación, pasando del «despotismo científico ilustrado» (toda la ciencia y la tecnología para el ciudadano pero sin él) a una fase en la que son las necesidades de la sociedad (en educación, en medio ambiente, en salud, en movilidad) las que marcan y definen las prioridades de los poderes públicos.

Si prestamos atención a estas grandes fases, Europa y, más concretamente, la Unión Europea han impulsado el apoyo a la actividad de I+D desde diversas perspectivas mediante la puesta en marcha de programas e instrumentos que se esquematizan en el cuadro 24.2.

Cuadro 24.1. **Evolución de las políticas de I+D+i de la UE**



Cuadro 24.2. **Instrumentos comunitarios de apoyo a la I+D+i**



En las primeras fases, los objetivos estaban ligados a la satisfacción de intereses energéticos. La CECA (Comunidad Europea del Carbón y del Acero) ya establecía actuaciones de I+D aunque muy limitadas. Posteriormente EURATOM (Comunidad de Energía Nuclear) aborda la actividad de I+D en ese ámbito con la vista puesta en el control y la seguridad de esta fuente de energía. De esa época surge la creación del Centro Común de Investigación con gran parte de su actividad centrada en ISPRA (Italia).

Es a partir de 1974 cuando Europa se plantea unificar e incrementar el apoyo a la I+D que ejecuten las entidades europeas públicas y privadas mediante la creación de programas como ESPRIT (en Tecnologías de la Información), abriendo la ejecución a «acciones indirectas» y no únicamente a las que realizaban los propios centros de investigación de la Comisión Europea (el Centro Común de Investigación que aún subsiste). La experiencia de ESPRIT permitió unificar diversas actuaciones en el «Programa Marco de I+D de la UE» insertándolo progresivamente en los Tratados. En todo caso, es a partir del Acta Única de 1986, coincidiendo con la entrada de España en la UE, cuando se concreta que la acción de la UE en I+D debe realizarse en torno a los programas marco.

Poco a poco, la necesidad de asegurar que los resultados científicos y tecnológicos permitieran mejorar el posicionamiento en los mercados en un entorno progresivamente globalizado, obligó a los Estados miembros de la UE a ampliar sus límites de actuación. Fue el momento de considerar las políticas regionales como elementos dinamizadores de innovación utilizando los fondos estructurales (sobre todo, FEDER y FSE) como instrumentos de esta política. También entra en el discurso la necesidad de incrementar la cooperación entre los Estados miembros de forma voluntaria (el método abierto de coordinación) en una estrategia ambiciosa que desde el año 2000 se consolida en la denominada «estrategia de Lisboa». El objetivo ambicioso de hacer de la UE «la economía basada en el conocimiento más próspera y dinámica del mundo» es aún un reto para el año 2010.

Adicionalmente al Programa Marco de I+D de la UE es importante indicar cuatro programas o actuaciones que también afectan a las ayudas que se han puesto en marcha en Europa (algo más que en la Unión Europea) en los últimos veinte años. Me refiero a: Eureka, la Agencia Europea del Espacio, la Fundación Europea de la Ciencia y la construcción y operación de grandes instalaciones científicas.

El caso de Eureka, a partir de una iniciativa francesa, supuso un contrapunto a la gestión burocratizada y dirigista de los programas marco y ha permitido estimular la colaboración entre empresas europeas con una base fuertemente ligada al desarrollo industrial (más cerca del mercado) desde un esquema abajo-arriba (sin prioridades predefinidas como ocurre en el programa marco). La financiación en Eureka no procede del presupuesto comunitario sino de las aportaciones de cada país para sus entidades en los proyectos que obtengan el «sello Eureka». España ha participado muy bien en este programa y en los últimos años

también está sirviendo de base a una cooperación con el sistema público, sobre todo en las áreas de TIC, apoyando la vertebración de la I+D española.

Con relación a la Fundación Europea de la Ciencia (ESF) su actividad ha estado fuertemente ligada a la cooperación entre grupos de investigación de carácter básico en el sistema público de los países europeos. La participación industrial ha sido prácticamente inexistente y las aportaciones reducidas. Su papel ha sido, sin embargo, determinante para apoyar una reivindicación histórica de incorporar la investigación fundamental a largo plazo dentro de la política de la UE. Esta visión en la que se puede conciliar el fortalecimiento de la industria europea, como indica el Tratado de la UE, con una visión a largo plazo parece que se consolidará en los futuros programas marco con la creación del «Consejo Europeo de Investigación» plenamente apoyado por el Consejo y el Parlamento Europeo.

Finalmente, a través de la participación en las grandes instalaciones científicas europeas como el CERN (aceleradores de partículas en Ginebra), el ESRF (sincrotrón europeo en Grenoble), ESO (grandes telescopios en Chile), el futuro ITER (reactor experimental de fusión en Cadarache) o muchos otros grandes equipamientos en diversos campos, el mundo científico coopera y las industrias europeas han podido desarrollar tecnologías muy avanzadas en los procesos de construcción. Las cuotas de participación en estos organismos suponen cantidades muy apreciables. Como ejemplo, la cuota que España satisface al CERN supone cantidades cercanas a los 50 millones de euros anuales.

## **España y la Unión Europea**

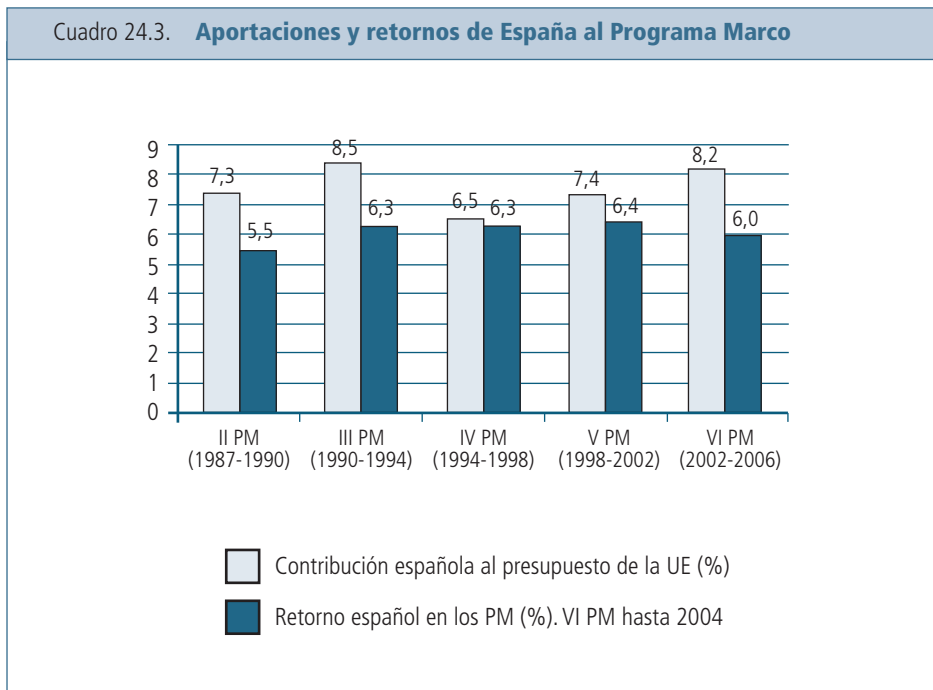
En estos veinte años, España ha recibido financiación procedente de la UE para actuaciones de I+D como resultado de su participación en los sucesivos programas marco, y como receptora de fondos estructurales en los que un porcentaje (alrededor del 10% en el período 2000-2006) se ha empleado en actuaciones de I+D e innovación tecnológica, fundamentalmente construcción de infraestructuras y proyectos en el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y recursos humanos en el Fondo Social Europeo (FSE).

En relación con el Programa Marco, para España, aun recibiendo en los sucesivos PM una cantidad (alrededor del 6,0%) inferior a su aportación (ya cercana al 8%), su efecto ha sido especialmente beneficioso al disponerse de una financiación complementaria a la existente en los programas nacionales y por la necesidad de que las propuestas exijan la participación de entidades públicas y privadas de diversos países. En el caso del sistema público el impacto se concreta en que los retornos recibidos suponen, aproximadamente, un tercio de los que se obtienen en las convocatorias de proyectos en convocatorias competitivas. El efecto es aún mayor por el impacto en la determinación de prioridades que hace asumir a los planes nacionales y regionales un papel complementario.

El énfasis del programa marco en la investigación colaborativa es especialmente importante puesto que en los planes nacionales de I+D la cooperación pública y privada ha sido marginal. La labor realizada por el Programa Marco para catalizar la cooperación entre la empresa y la universidad, junto a la cobertura legal que supuso la Ley de Reforma Universitaria de 1983, y posteriormente la Ley Orgánica de Universidades, es especialmente importante para un país en el que las relaciones entre la universidad y la empresa aún tienen que mejorar. Pasar de un modelo actual de cooperación proyecto a proyecto a otro modelo basado en la creación de alianzas estratégicas estables entre entidades públicas y privadas es un objetivo político que no será sencillo de alcanzar, pero que permitirá mejorar sustancialmente la situación actual.

Es evidente que en ningún programa marco los retornos que España ha logrado han superado porcentualmente a sus aportaciones, y parece encontrarse con un límite cercano al 6,5% que no ha logrado superar hasta ahora. Debe tenerse presente, sin embargo, que la balanza anual española con la UE es claramente positiva, cercana a un 0,9% del PIB, debido fundamentalmente a los recursos procedentes de la política estructural (fondos estructurales y de cohesión) y de la política agrícola común. En el cuadro 24.3 se expresa gráficamente esta situación.

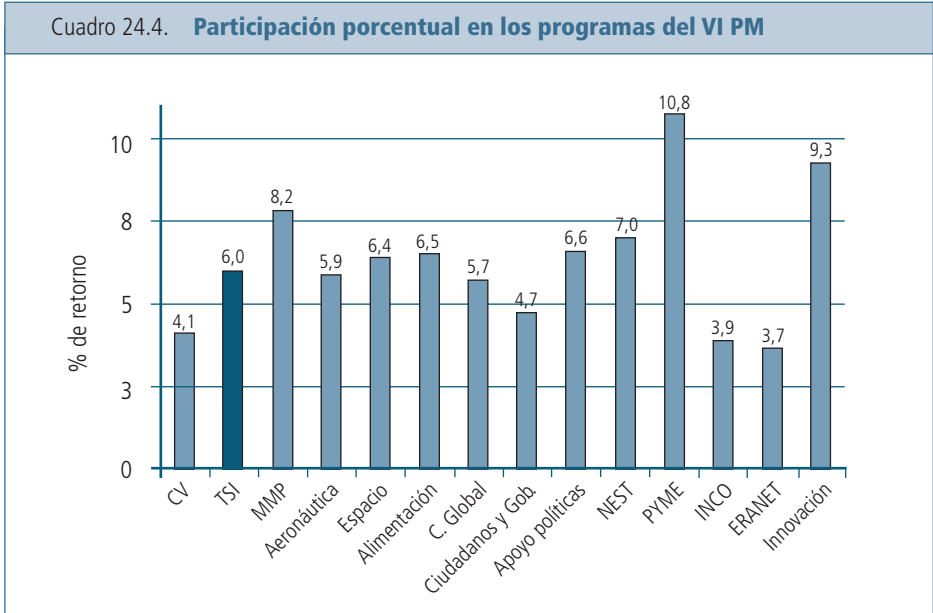
En el cuadro 24.4 se resume la participación en el VI PM (hasta fin de 2004) en sus diferentes prioridades temáticas y principales actuaciones. Obsér-



Fuente: CDTI

vese que la participación no es uniforme en todas las acciones del VI PM, situación similar a la que se encuentra en los anteriores programas marco. Son los programas de PYME, innovación y nanotecnologías, materiales y procesos en los que se supera la aportación española al presupuesto, aunque los dos primeros con escaso presupuesto.

En algunas áreas la debilidad del tejido industrial español (como en el caso de la microelectrónica o la industria farmacéutica) condiciona los resultados globales. Ello llevó hace unos años a plantear acciones especiales para España que permitiesen acelerar el proceso innovador. Destacables fueron en este sentido el GAME (en microelectrónica), el PASO (en desarrollo de software) y el PACE (en sistemas de control).



Fuente: CDTI

En el VI PM el liderazgo español ha sido mucho más difícil con los nuevos instrumentos de participación, y el porcentaje de empresas españolas en los consorcios en los que participan las universidades está disminuyendo. Esa situación refleja dificultades en encontrar empresas españolas ligadas a las actividades de I+D que se realizan en las diferentes prioridades y que logren tener un cierto liderazgo.

La Comisión Europea ha presentado en el pasado mes de abril de 2005 su propuesta del VII Programa Marco para el período 2007-2013 con un presupuesto de más de 72.000 M€ que duplica las cantidades que anualmente se disponían para el actual VI Programa Marco.

Si finalmente se aprobase, el impacto económico que tendría sería muy superior al actual (los presupuestos destinados en España a convocatorias públicas crecerán fuertemente pero no creo que se dupliquen), forzando a las entidades españolas a alinear sus prioridades con las del VII Programa Marco y a las Administraciones a buscar mecanismos que apoyen y exploten esa participación. Cada vez más nuestras prioridades temáticas serán compartidas con el resto de los miembros de la UE.

Finalmente, una referencia a la innovación, concepto mucho más amplio que el de I+D. Es cierto que en estos veinte años el discurso favorable a la innovación ha calado profundamente en sectores empresariales en los que, sin ella, la pérdida de competitividad y la capacidad de supervivencia son escasas. Para otros muchos sectores es aún un discurso políticamente correcto que, sin embargo, no modifica los hábitos ni las decisiones. El esfuerzo que la UE está haciendo desde el año 2000 a favor de un clima favorable a la innovación, ligado a la estrategia de Lisboa, actuando simultáneamente en aspectos reguladores que aseguren la movilidad de investigadores, promoviendo una patente europea, incrementando sus recursos propios, promoviendo la convergencia en titulaciones universitarias, y desde el mes de abril proponiendo un Programa Marco de Innovación y Competitividad (CIP) en paralelo con el Programa Marco de I+D, debe tener su reflejo en un cambio profundo de las políticas españolas.

## **PROGRAMAS DE LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA COMO VIVERO DE NUEVAS EMPRESAS**

Este apartado en el que intento resumir brevemente la historia de las actividades de la Agencia Espacial Europea relacionadas con España, se ha realizado usando como guía un artículo escrito por José María Dorado, Manuel Bautista y Pedro Sanz-Aranguez titulado «Spain in Space. A short history of Spanish activity in the space sector. August 2002» y que me ha proporcionado José María Casas.

Un estudio del origen de las actividades del espacio en España muestra que nuestro país se apuntó desde el principio a este esfuerzo (estamos hablando de finales de los años cincuenta) y que sólo las restricciones financieras impuestas por nuestro Gobierno unidos a la falta de recursos técnicos hicieron que aquella iniciativa de un grupo de soñadores no pudiera concretarse. Analizando en detalle ese esfuerzo se ve que la iniciativa fue externa y que el alto aprecio que el profesor Theodore von Karman tenía de España hizo que tuviera contactos frecuentes con las autoridades aeronáuticas españolas y con los pocos investigadores existentes. Después de muchos esfuerzos y con el apoyo de Estados Unidos y del Gobierno español, que consideraba vital para el régimen este tipo de esfuerzos, comenzó con menos recursos de los necesarios la colaboración española en la ESA y en la NASA.

## *El centro de Arenosillo empezó a operar el 14 de octubre de 1966 con el lanzamiento del cohete Judi-Dart seguido del lanzamiento de un cohete Skua*

---

El desarrollo de la actividad espacial española estuvo marcada por esfuerzos sostenidos de aquellos que se involucraron en el primer momento y también por aquellas partes de la industria e instituciones que decidieron libremente participar e hicieron las correspondientes inversiones humanas y materiales.

El primer contacto español con el sector del espacio fue vía la NACA. Las relaciones con EEUU en este campo habían sido principalmente desarrolladas vía el INTA. Este instituto contacta con la NASA para intercambiar información en el sector hacia 1951, soportados en el profesor Theodore von Karman, un buen amigo de España y visitante regular del país. En 1958, cuando la NACA pasa a ser la NASA, las relaciones con el INTA continúan sin interrupción.

A modo de ejemplo damos un listado de las áreas cubiertas en esa relación:

a) Seminario sobre Ciencia y Tecnología del Espacio, año 1960. Seminario preparado por INTA con la colaboración del profesor von Karman, que tuvo lugar en la primavera de 1960 con la excepcional presencia de 15 ponentes extranjeros. Fue la primera actividad de España en el sector.

b) Estación terrena de Maspalomas (1960-1975). La primera estación fue importante en los programas Mercury y Apollo y fue completamente reconstruida a principios de los setenta a varios kilómetros de la anterior y continuó soportando los programas Apollo, Skylab y la misión conjunta soviética-americana, Apollo-Soyuz Test Project (ASTP), en 1975. Al final de esta misión, la NASA estima que no la necesitará más, la desactiva y la transfiere al INTA con parte de los equipos que estaban instalados. La estación permanece cerrada desde 1975 a 1979 cuando la CONIE e INTA la activan como una estación completamente española. Desde entonces ha trabajado para la ESA, para los programas NASDA de observación de la Tierra y para los programas españoles como Minisat, Hispasat, Helios y Cospas/SARSat.

c) La estación de Robledo de Chavela (1964-2001). El 29 de enero de 1964 se firmó el acuerdo entre los gobiernos de EEUU y España para su construcción y funcionamiento posterior. En el acuerdo, INTA era la organización a cargo de su construcción. La estación empezó a estar operativa en julio de 1965 y su primer trabajo fue recoger imágenes de Marte transmitidas por el Mariner 4, primeras imágenes recibidas en la Tierra desde otro planeta. La estación original tenía una antena de 26 metros de diámetro; en 1973 se montó otra antena de 64 metros de diámetro, en 1979 la primera antena de 26 metros fue aumentada a 34 metros, en 1986 la segunda antena fue aumentada a 70 metros, en 1984 se montó una tercera antena de 26 metros y así sucesivamente hasta 1997 que se montó la quinta de 34 metros. La estación ha participado en todas las misiones de la NASA para explorar el sistema solar y la participación de España en todo el complejo fue muy importante desde el principio. Ha cooperado con ESA en varias misiones como: Ulysses, SOHO, Cassini-Huygens, y con Alemania: Helios 1 y 2.



d) Arenosillo (1966 en adelante). El centro de Arenosillo empezó a operar el 14 de octubre de 1966 con el lanzamiento del cohete Judi-Dart seguido del lanzamiento de un cohete Skua. En la primavera de 1966 un grupo de ocho técnicos fueron a la estación de Wallops Island en Virginia (EEUU) para un entrenamiento por la NASA de varios meses, con el objetivo de obtener la experiencia necesaria en todas las técnicas que les permitiera operar y manejar todos los equipos electrónicos que llevaría el centro y, en paralelo, se construyó el centro. Aproximadamente 600 cohetes han sido lanzados desde el centro y la mayoría de ellos como parte de programas de colaboración internacional.

e) La estación de Cebreros (1966-1983). Cebreros y Fresnedillas se acordaron construir el 11 de octubre de 1965 para mejorar la capacidad de Robledo. Cebreros comenzó a operar el 27 de diciembre de 1966 y estaba dotada de una antena parabólica de 26 metros; participó activamente en todos los programas de la NASA relacionados con la exploración del sistema solar. INTA contribuyó a la operación de esta estación desde el principio con un grupo de 60 personas, todas ellas españolas. El 19 de abril de 1983, la estación fue transferida al INTA siendo finalmente desactivada en mayo de 1986.

f) La estación de Fresnedillas (1967-1985). Esta estación fue construida con el objetivo específico de asistir a los vuelos del programa Apollo. Empezó a operar el 4 de julio de 1967 y estaba dotada de una antena de 26 metros que luego fue mejorada con otra de 9 metros. Fue operada por INTA desde el principio y de su *staff* de 145 personas la mayoría eran españoles. Trabajó hasta que fue desactivada en 1985 y transferida al Gobierno español en junio de 1987; después de una corta etapa en manos del INTA fue transferida al Ministerio de Defensa.

g) Intasat (1974-1976). Primer satélite español con el soporte de NASA; su contribución económica más importante a este satélite fue su lanzamiento gratis a bordo de un vehículo Delta como segundo ocupante conjuntamente con el satélite meteorológico ITOS-G. También participó en la definición, revisión del diseño y fabricación, así como permitiendo acceso a los técnicos españoles a los laboratorios de Greenbelt para las simulaciones solares y climáticas. El satélite estuvo transmitiendo información durante toda su vida útil que se había estimado en dos años.

Centrándonos más en la ESA, la colaboración española empezó el 15 de noviembre de 1960; en esa fecha, el ministro Plenipotenciario de la Delegación Permanente española en las organizaciones internacionales de Ginebra informa a su ministro de Asuntos Exteriores que durante la reunión intergubernamental que va a tener el 28 de ese mes «...para constituir una comisión preparatoria para la creación de un centro europeo para la investigación científica del espacio, similar al CERN...». Anticipándose a las instrucciones de Madrid la delegación había solicitado participar como observador a lo cual se les había contestado que sería suficiente «Enviar una nota verbal vía la embajada española en Berna, al departamento Federal de Política solicitando dicho *status*...», se hizo todo eso y el día 17 de noviembre se invitó a la Delegación española a la reunión.

## Hitos más importantes

Podemos destacar como hitos más importantes de la colaboración con la ESA los siguientes:

**Participación en COPERS.** Como consecuencia de lo anterior, España participó en lo que fue conocido como la *Commission Préparatoire Européenne de Recherche Spatiale* (COPERS). Fue la primera vez que España, que virtualmente estaba fuera de todos los foros europeos, había tomado una acción política para entrar en ellos. Hay que recordar que el año anterior, 1959, después de más de 20 años de aislamiento político, España había logrado con el soporte de Estados Unidos entrar en el Fondo Monetario Internacional y en el Banco Mundial. En estas reuniones la delegación española tenía el objetivo claro de ser aceptada como miembro de pleno derecho, cosa que se logró firmando el acuerdo conocido como Acuerdo Meyrin en honor al lugar donde tuvo lugar la reunión. A pesar del acuerdo hubo mucha discusión en España sobre el deseo de participar en la actividad espacial arguyéndose los altos costes para algo que «sólo nos daría resultados de naturaleza científica y tendrían poco efecto en nuestro progreso». El presidente de la CONIE justificaba la pertenencia de España basada en razones prácticas, entre sus frases destaca «...en la revolución científica que está teniendo lugar en el mundo actual, donde el progreso es tan rápido que ninguno que quiera avanzar se debe quedar como espectador pasivo, hay que hacer una elección: o compartimos el progreso o nos condenamos irrevocablemente al subdesarrollo...».

**Participación en ESRO.** En junio de 1962, España firmó el protocolo de ESRO, una organización establecida por un período de 8 años y con un presupuesto al cual nuestro país tenía que contribuir con el 2,54%. El presidente de la CONIE comentaba al respecto: «... España ha obtenido un trato favorable gracias al buen trabajo de nuestros delegados, que han logrado que aunque las cargas debían ser proporcionales al PIB y nos correspondía el doble, han negociado finalmente una contribución especial y nos han metido con Austria entre los países con una renta per cápita por debajo de los 300 \$...», aunque al final la contribución, una vez que Austria y Noruega abandonaron, fue del 2,66%, siendo la novena entre los diez países que firmaron.

**La crisis de 1967.** La contribución total española en ESRO desde el 26 de febrero de 1962 a finales de 1967 se elevó a 16.254.456 francos franceses o al 2,93% del presupuesto de ESRO, mientras que los contratos asignados a España fueron sólo el 29,4% del retorno acordado. Esto significó que España tuvo el peor retorno de todos los miembros del club, además a final de 1967 la deuda que España tenía con ESRO era casi el 67% de lo que debía haber pagado. Las contradicciones del Gobierno español que quería gastar lo menos posible pero, eso sí, participar en el proyecto espacial llevaron a España a una situación insostenible. Había muy pocos españoles en ESRO y los centros de investigación y las compañías no eran especialistas en tareas espaciales, no había ninguna instala-

ción de la ESRO en España y el país estaba en deuda con la organización; como consecuencia de esto no había retorno industrial (el retorno industrial fue el 2% en 1964, el 2,25% en 1966 y el 24,9% en 1967, cifras relativas a nuestra contribución) y España casi no figuraba en los planes europeos.

En diciembre de 1967 debíamos a ESRO 10.861.517,9 francos franceses y, al mismo tiempo, la CONIE estaba tratando de lanzar un plan nacional del espacio y el Ministerio de Industria consideraba que el esfuerzo requerido para soportar las dos cosas, en un área muy especulativa como la espacial, no estaba justificado, impulsando a repensar la posición de España en ESRO. Esta organización, por su parte, no quería perder un miembro por lo que sugirió a España que volviera a su posición de observador. España sin embargo prefería tener una posición de espera y suspender todos los pagos. Después de arduas negociaciones España anunció el 21 de diciembre que se iba de ESRO con fecha de primero de enero del siguiente año. El consejo de ESRO no aceptó la decisión y buscó formas que permitieran un compromiso a corto plazo de España para pagar su contribución por la primera mitad de 1968 así como comprometiéndose a que todos los países miembros tendrían un retorno mínimo del 70% asegurado. La negociación siguió en los meses siguientes y el 16 de febrero de 1968 una delegación de ESRO se reunió con los delegados españoles y lograron que el Gobierno español reconsiderara su posición. En síntesis, el acuerdo fue: pagar España el 10% de su contribución y revisar la situación en 1969, 1970 y 1971 con el ánimo de normalizar la situación. Y se comprometió, como hizo el 27 de noviembre de 1968, a presentar una propuesta creciente de contribución; esa propuesta fue el 10% en 1968, el 18 en 1969, 25% en 1970 y 36% en 1971, además de pagar el 80% de su contribución teórica al satélite TDI. Una vez que la contribución había sido acordada, se logró que en 1973 el retorno fuera del 97%.

**Estabilidad de la ESA y la integración de la industria.** La necesidad de asegurar la competencia y a la vez cumplir con las reglas de los retornos, llevó a la creación, a finales de los años sesenta, de tres consorcios industriales europeos compuestos por compañías de casi todos los Estados miembros y liderados por una o dos compañías europeas. Para cada contrato importante ESRO anunciaba una competencia abierta a varios consorcios y ellos respondían con propuestas que incluían una estructura industrial completa con un contratista principal y unos cuantos subcontratistas teniendo en cuenta el tema del retorno.

España estuvo presente en tres consorcios principales que requirieron la presencia del INTA para completar la presencia española, con CASA y SENER. En 1967 INTA formó parte del consorcio MESH, aumentando su conexión existente con HSD en el programa nacional del espacio; en 1969 SENER llegó a ser miembro de STAR, y CASA se unió a COSMOS.

Esta estructura de consorcios se empezó a romper en los años ochenta por dos razones: a) al subir los costes era inaceptable asignar los pocos proyectos grandes que había a un solo consorcio y b) empezaron los movimientos hacia la

*Al liberarse un poco la rigidez de los consorcios, se permitió un aumento de la actividad del espacio en España y vía el CDTI se creó un grupo de empresas que todavía están presentes con éxito en este sector*

---

consolidación de la industria espacial europea y esto hacía imposible mantener la competencia entre consorcios ya que había compañías que se juntaban y estaban en más de un consorcio.

**La industria española y la ESA.** CASA y SENER, así como el INTA, han mantenido una presencia continua durante los últimos cuarenta años en los esfuerzos europeos del espacio. La primera experiencia del INTA fue el desarrollo de trabajos en las áreas de equipos de soporte para varios satélites, siendo su primer desarrollo un hardware para vuelo, un amplificador de vibración del proyecto Blue Streak así como antenas de comunicación en la banda VHF y en la banda S. INTA se ha especializado en ese tipo de antenas siendo su primer cliente comercial el satélite I de France Télécom. Siendo en este momento uno de los mayores y mejores suministradores de este tipo de equipo.

CASA se ha concentrado en varias áreas casi todas ellas fuera del de las telecomunicaciones y más ligadas a estructuras de vuelo, aunque en colaboración con el CSIC e INTA ha demostrado su competencia en tecnología de microondas para antenas y es uno de los líderes mundiales en antenas de fibra de carbón.

SENER también ha concentrado su actividad en torres de lanzamiento, sistemas de transporte, mecanismos de vuelo, ingeniería de sistemas y desarrollos software

Al liberarse un poco la rigidez de los consorcios, se permitió un aumento de la actividad del espacio en España y vía el CDTI se creó un grupo de empresas que todavía están presentes con éxito en este sector, entre ellas: CRISA, con sus equipos de potencia a bordo, electrónica de tierra y equipos de control; Alcatel Espacio, con equipos digitales a bordo y equipos activos y pasivos de RF; Tecnológica, especializada en el procesado de equipos para espacio; GMV, compañía designada por ESA como centro de excelencia de mecanismos orbitales; RYMSA, especializada en antenas; MIER Comunicaciones, especializada en amplificadores de estado sólido, MMIC y otros equipos de RF; INDRA Espacio, que proporciona equipos de tierra para satélites de comunicaciones; GTD, especializada en software para centros de control; Iberespacio y NTE, etc.

**La ciencia española y la ESA.** Aunque la participación en el programa científico de la ESA es obligatoria para los países miembros, la política de retorno no se aplica a los experimentos científicos que son financiados y puestos a disposición sin cargo para los países miembros que los proponen. Ha habido una falta de propuestas por parte de España que ha hecho que no hayamos estado presentes en el comité que decide estas cosas. Solamente la meteorología y los

conocimientos de la ionosfera estuvieron presentes en los años setenta y ochenta. Después de esta fecha y una vez que RSA decidió ser más flexible y financió al menos la instrumentación, SENER, CIEMAT, Universidad de Valencia, CRISA y CASA (estas dos últimas bajo el liderazgo del IAC) empezaron a participar activamente en los aspectos científicos de la ESA.

**Las instituciones españolas y la ESA.** Como hemos dicho antes, además del Ministerio de Asuntos Exteriores que controló toda la relación política desde el principio con ESA, fueron INTA y la CONIE, por este orden, los que actuaron como punto focal de ESRO y ESA en España. Ambas instituciones hicieron un buen trabajo y, a partir de 1986, la responsabilidad de las relaciones pasó al CDTI, bajo la responsabilidad del Ministerio de Industria y Energía (hoy en el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio). Este nuevo actor aumentó la actividad espacial en nuestro país y armonizó los trabajos de los planes nacionales con los trabajos de la ESA. En este período, la contribución española a ESA se multiplicó por cuatro. Ahora mismo España participa en el presupuesto básico de ESA con un 7% y está presente en todos los programas opcionales, en algunos casos con alta contribución como con un 8% en el programa de Telecomunicaciones o con el 11% en el programa Galileo. En esta etapa AENA se ha incorporado al programa; también la representación española en ESA ha aumentado, en este momento 102 españoles tienen puestos de responsabilidad en ESA (6% del *staff* de ESA).

## Planes Nacionales del Espacio

Es interesante que revisemos aunque sea brevemente los Planes Nacionales del Espacio por el impacto que han tenido en la generación de tecnología y en la creación de empresas, como hemos visto anteriormente:

**Primer Plan Nacional del Espacio (1968-1974).** Este plan se gestó durante la época en la que el Gobierno estaba muy pesimista por el coste de pertenecer a ESRO y fue liderado por la CONIE que al final logró reducir la contribución a la ESRO, aplazar el pago de la deuda que había como hemos contado anteriormente y presentar un plan al Gobierno en noviembre de 1966 para cinco años, que sería aprobado a finales de 1968 con un presupuesto de 600 millones de pesetas y una duración de seis años; el plan ponía el énfasis en las tecnologías y tenía las siguientes actividades.

Actividades de tecnología que comprendían:

- i) Área de lanzamiento: su realización más importante fue Arenosillo.
- ii) Desarrollo de «*Sounding Rockets*»: en este área colaboró Explosivos de Río Tinto y se obtuvo un vehículo en dos fases que fue lanzado por primera vez en Arenosillo en octubre de 1974.
- iii) Desarrollo de satélite: en este área se desarrolló y fue puesto en órbita, bajo el liderazgo de INTA, entre 1968 y 1974 el primer satélite español. Los

principales colaboradores de INTA fueron CASA y el Laboratorio de Investigación de Standard Eléctrica SA (CIISE). El proyecto costó a la CONIE 123 millones de pesetas, aunque el coste real fue 185 millones de pesetas si tenemos en cuenta las contribuciones de los tres participantes.

iv) Instalaciones terrenas. Se creó un conjunto importante de laboratorios en el INTA dedicados a pruebas de entorno, fotografía, iluminación, pruebas estáticas, túnel de viento, etc.

Actividades científicas que comprendían diferentes experimentos usando cohetes, globos y equipos de tierra y estaban íntimamente unidas a la meteorología.

**Planes Nacionales del Espacio desde 1975.** Hay que distinguir dos fases en este periodo, la primera llega hasta 1986 y la segunda desde esa fecha hasta nuestros días.

La primera fase fue liderada por la CONIE y la segunda por el CDTI.

La primera fase estuvo influenciada por la transición democrática que sufrió el país, al desaparecer el Ministerio del Aire, la CONIE y el INTA pasaron al Ministerio de Defensa por lo cual sus presupuestos anuales disminuyeron radicalmente, alcanzando en 1982 el nivel de subsistencia: 70 millones de pesetas. Esto hizo que se realizara una reducción drástica de desarrollos y de *staff*. A modo de ejemplo, la CONIE pasó de 98 personas en 1975 a 12 en 1986, personal que fue incorporado al INTA. A pesar de todo se continuó el desarrollo de cohetes, se completaron las actividades científicas del primer programa y se lanzaron algunos nuevos para investigar fenómenos electromagnéticos en la ionosfera.

En la segunda fase, es decir, a partir de 1986, el CDTI fue asignado como entidad responsable de estas actividades y se nombró a la CAYCIT, y luego a su sucesora la CICYT, como responsables de definir y financiar las actividades nacionales del espacio. Las actividades mejoraron después de 1986 cuando se incorporó el programa nacional del espacio (PNIE) al programa nacional de I+D. El presupuesto de las actividades del espacio aumentaba cada año y al final se vieron los resultados que explicábamos anteriormente.

No sería bueno terminar sin señalar que además de los programas financiados por la ESA en este área de actividad, hubo otras dos fuentes de trabajos: los programas financiados por el Ministerio de Defensa desde 1988 en donde se desarrollaron vehículos por sistemas inerciales, cohetes, la lanzadera Capricornio, los satélites Minisat y Nanosat y la mejora del Centro de Arenosillo y las actividades lideradas por los programas comerciales que están permitiendo el desarrollo de vehículos de transporte, plataformas de comunicaciones (la actividad más importante aquí está asociada a la compañía Hispasat cuya historia y creación se narra en otro capítulo de estas Crónicas y Testimonios) y plataformas de observación.

*El deseo de coordinación, en muchos casos inexistente, quedó plasmado en la formación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología*

---

## **PROGRAMAS NACIONALES Y PROGRAMAS DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS**

Miguel Ángel Lagunas, actualmente ligado a la docencia en la Universidad Politécnica de Barcelona, pero en el pasado con responsabilidades en la Administración relativas a la gestión de fondos y programas de I+D, ha participado de forma importante en la redacción de este apartado.

Hablar del recorrido de la I+D en nuestro país es complicado debido a muchas razones, pero básicamente dos se antojan más importantes que ninguna otra. La primera es el constante cambio de competencias por parte de nuestras administraciones, y la segunda, porque el contenido y los modos de hacer de la actividad en sí también han experimentado cambios constantes.

Los comienzos de la, todavía incipiente, carrera profesional de la I+D han de situarse en la década de los setenta. La concepción del doctorado como estudios reglados a semejanza de los estudios de grado, la aparición de las primeras becas para su realización y las primeras subvenciones a la actividad del sector privado marcaron el comienzo de nuestro actual sistema de I+D. Con un sector concentrado en el desarrollo y la instrumentación electrónica, que no fue capaz de asimilar nuevas tecnologías, su caída marca también el comienzo de una conciencia fuerte en el sentido de la necesidad de subvencionar la actividad de investigación tanto en el sector público como en el privado. Probablemente uno de los fenómenos, a la postre crucial, más importantes fue la movilización del sector universitario a fines de I+D que, hasta ese momento, estaba tan sólo vivo en los centros de investigación de los departamentos de la Administración, en centros tecnológicos en el País Vasco y en muy pocos centros del sector privado.

Así, viendo morir lo que en su momento fue uno de los sectores más productivos de Europa, el de instrumentación, llegaron los ochenta que, con todos los matices que se quiera, no deja de ser la década del crecimiento espectacular de las subvenciones a la I+D y de la aparición del primer Plan Nacional de I+D. Aunque un plan de este tipo habría de concebirse de manera absolutamente transversal, aún hoy sigue la estancamiento y la falta de coordinación entre los departamentos. Con todo, el deseo de coordinación, en muchos casos inexistente, quedó plasmado en la formación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. Dos departamentos fueron los motores del incipiente sistema de I+D, los de educación e industria. Una secretaría general quedó encargada de la ejecución y seguimiento. No obstante, ya desde estos primeros momentos existió una división clara entre los dos entes encargados del Plan, mientras que la secretaría general estaba en manos de científicos vinculados a educación, el Centro para el

Desarrollo Tecnológico e Industrial quedaba vinculado al Departamento de Industria. La evaluación, concesión y seguimiento de las subvenciones se realizaba de manera completamente diferente y, salvo en instrumentos muy concretos, la coordinación en modos y maneras de hacer era tremendamente baja. El tan nombrado divorcio empresa-sector público aparecía primero en la Administración antes que en los actores de la I+D. ¿Cómo se puede pedir entendimiento en los subvencionados cuando los subvencionadores aún hoy no lo han conseguido?

No obstante lo comentado, los autores no recuerdan una época más emocionante en su profesión que la que marcaron los ochenta en la progresión de la I+D en nuestro país. Dada la situación de partida, los instrumentos consistían más en acciones de posicionamiento dedicadas a proporcionar oportunidades al sector público y al industrial y con un porcentaje de éxito en la subvención muy elevado. También los comienzos de la década contemplaron un crecimiento espectacular en la colaboración del sector privado con instituciones públicas, mayoritariamente con las universidades, dada la práctica inexistencia de otras instituciones públicas cuyos objetivos contemplasen tecnologías de comunicaciones. Aún hoy existe una gran concentración de los recursos de la I+D en el entorno universitario. Salvo algunas instituciones, pocas, la arquitectura de I+D en tecnologías de comunicaciones no ha cambiado desde hace más de treinta años y se antoja poco diversa y limitada al binomio empresa-universidad.

La existencia de un Programa Nacional en tecnologías de la información y comunicaciones, el empuje decisivo que estos años supuso el departamento de Defensa y la consolidación del CDTI en su actuación nacional y programas internacionales, configuran una década cargada de ilusión y de la consolidación de la I+D como tema integrante de la programación política en nuestro país. También en estos años se pudo contemplar un intento de una mayor coordinación en los programas de I+D en tecnologías de comunicaciones al configurarse alrededor de la Dirección General de Telecomunicaciones tanto las actuaciones industriales como las del sector público. Desafortunadamente, el intento de coordinación no salió adelante y en poco tiempo pasó de nuevo a estar segmentada entre el departamento de industria y educación con la DGTEL en la incómoda posición de ser promotor pero no financiador directo de programas de I+D en comunicaciones. En cualquier caso, como se verá más adelante, el tema de la coordinación vuelve con el tiempo mostrando síndromes de ser un problema aún hoy pendiente.

Con el tiempo, el mencionado programa de tecnologías de la información y comunicaciones avanzó considerablemente en contenidos y ámbito de actuaciones que, si bien separadas, acabó convirtiéndose en el mayor programa, si no por los fondos destinados, sí por el número de personas y entidades participantes tanto a nivel industrial como a nivel universitario. El crecimiento en contenidos, principalmente provenientes del ámbito de la telemática, y la explosión de los sistemas de radiocomunicaciones provocó la división en los noventa del programa en dos. El primero retenía las tecnologías de comunicaciones y mantenía su nombre, mientras que el segun-



*Aunque en sus comienzos el nivel de coordinación fue bueno, con el paso del tiempo los programas de I+D de las Comunidades Autónomas derivan más hacia el paralelismo que a la complementariedad*

---

do se denominaba de telemática y recogía contenidos de informática y telemática. Al mismo tiempo y con la aparición del tercer plan nacional de I+D, ambos programas conjuntamente duplicaban el presupuesto destinado a tecnologías de la información y las comunicaciones. Si bien fue una respuesta adecuada para el sector público, no lo fue para el sector industrial que veía cómo el número de actuaciones crecía sin que la financiación fuera suficiente para atender la demanda planteada.

En la década de los noventa se puso de manifiesto lo insuficiente de la actuación a nivel industrial. Mientras que en los programas marco la subvención era y es del 50% a la I+D pre-competitiva, en nuestro país no pasaba de un 15% en el mejor de los casos. Aún en la actualidad este problema está presente donde no sólo el porcentaje de subvención se mantiene lejos del 50% sino que además la elegibilidad de los costes subvencionados es mucho más restrictiva que a nivel comunitario. No es casualidad que este problema que arrastraba la I+D privada acabase en una total preponderancia del sector público en la participación en los proyectos y actuaciones de los sucesivos programas marco de la Unión Europea. El problema es de gran importancia si se contempla que la participación de países europeos, a los que nos gustaría acercarnos, presenta una participación del todo contraria a la descrita. También en esta década se produjeron cambios fundamentales en la estructura de la I+D. La aparición de nuevos centros y un crecimiento industrial fuera del gran polo de actividad en que se había convertido el área de Madrid marcó una mayor diversificación de instrumentos, contenidos y actores. Este fenómeno unido a la aparición de actuaciones de investigación en la totalidad de las Comunidades Autónomas introdujo mayor riqueza a nuestro sistema de I+D.

Aunque en sus comienzos el nivel de coordinación fue bueno, con el paso del tiempo los programas de I+D de las Comunidades Autónomas derivan más hacia el paralelismo que a la complementariedad. De nuevo la falta de coordinación creaba más confusión de la que conllevaba para el usuario el mantener una relación fluida con las tres administraciones que llevaban a cabo acciones de I+D. Si bien en el entorno público el paralelismo acabó beneficiando a los actores y, a la larga, incrementando el gasto en I+D, en el sector industrial, salvo excepciones, la mayor parte de las acciones competitivas estaban a nivel nacional y, cuando no, repito salvo excepciones, el nivel de financiación en dichas acciones competitivas no llegaba al dichoso 50%. En la actualidad, tan sólo el programa marco garantiza este nivel de subvención a la I+D pre-competitiva. En la mayor parte de los casos los planes de I+D de las Comunidades Autónomas están en el ámbito de educación y universidades, con lo que también empujan en el mismo sentido el problema antes mencionado de discriminación del sector privado versus el sector público en este aspecto.

Probablemente nuestra evolución en la I+D y la endémica descoordinación tengan sus raíces en una evolución más rápida de la administración del sector público de la I+D respecto a la competente en el sector industrial. No se puede pasar por alto que lo que tenía que ser una agencia de evaluación de cualquier proyecto o propuesta de I+D no consigue ser más que la evaluadora de los proyectos del sector público. Defender que la evaluación de un proyecto industrial, universitario o de un consorcio ha de ser diferente no está en línea con la que se realiza en el programa marco. A nivel internacional y nacional, en la mayor parte de los países avanzados en su sistema de I+D, los paneles de evaluación se realizan en base a personas y éstas provienen del sector privado o público de forma indistinta sin distinción de si el líder proviene de un centro de investigación público o privado. Sería beneficioso para todos que la evaluación, nivel de financiación y seguimiento fuese igual para, de este modo, generar modos y maneras estables a los inevitables cambios que, salvo en contenidos y objetivos, no deberían alterar estas tres facetas.

En la segunda mitad de los noventa tuvo lugar uno de los intentos más fuertes para la coordinación de la I+D a nivel interdepartamental. Cristalizada en el denominado Ministerio de Ciencia y Tecnología, apartado su gran promotor de la nueva estructura, el nuevo ministerio no fue capaz de pasar de la mera agregación de programas nacionales en una mezcla inestable entre educación e industria que lo condenaba a su desaparición como así ha sido. Sin duda mereció la pena el intento pero la descoordinación se muestra más pertinaz que los intentos para erradicarla en beneficio de actores y gestores de nuestra I+D, ahora I+D+i por lo de innovación. En ese ir y venir de competencias sí es de agradecer para nuestro sector la vuelta a la DGTEL de los programas internacionales y nacionales de carácter industrial en lo que parece un rasgo de formalizar más una política industrial para el sector de tecnologías de comunicaciones. Cierto es que existen vientos favorables para la I+D; no suelen pasar de vientos, pero hemos de confiar que el gasto suba, que la coordinación aumente y, lo que es más importante, que nuestro sistema de I+D converja en modo y maneras al de los motores europeos de esta actividad.

Una faceta interesante de nuestra historia reciente en I+D es su tremendo crecimiento en lo que se refiere a puestos de trabajo disponibles hoy en día en comparación a hace tres décadas. Es cierto que son pocos y, sin duda, siempre nos parecerán pocos, más aún que los pocos que son se concentren en el sector público y en instituciones cuyo fin prioritario es la educación superior. La mejora en cualquier caso es obvia pues buscar en los comienzos de los setenta un puesto de trabajo en I+D era complicado y probablemente, salvo el Centro de Investigación y Estudios de Telefónica o el Centro de Investigación de Standard Eléctrica SA, era muy difícil encontrar un lugar donde el nombre de la institución contuviese la palabra investigación. Luego la investigación y desarrollo tomó el nombre, pero el que les escribe ahora el que no se acuñase Investigación y Estudios, más apropiado para una sociedad que suele olvidar que para desarrollar e innovar se ha de estudiar, o realizar estudios si se quiere. En la actualidad el número de puestos de trabajo basados en la I+D puede con-

*Una faceta interesante de nuestra historia reciente en I+D es su tremendo crecimiento en lo que se refiere a puestos de trabajo disponibles hoy en día en comparación a hace tres décadas*

---

siderarse elevado si se compara con tan sólo unos años atrás, pero aún insuficiente. Insuficiente a pesar de que se compute como investigadores a todo el profesorado universitario. El número de personas que por cada mil habitantes tiene un puesto de trabajo en I+D está por debajo de la media europea y muy alejada del número existente en las zonas o regiones consideradas motores de la I+D. Esto es así fundamentalmente porque nuestra arquitectura de I+D es poco diversa y se ha puesto poca imaginación para enriquecer la oferta de puestos de trabajo cualificados en innovación y desarrollo. A mi entender, se requieren instituciones sin una marcada orientación hacia el producto industrial ni con la obligatoriedad de una trayectoria docente como actividad prioritaria. Dar prioridad, en términos de política de I+D, a la creación de centros de educación superior versus centros de investigación y desarrollo creo que ha sido un error y, lejos de incrementar el factor diferencial de unas zonas a otras, ha extendido la precariedad laboral que acompaña a la I+D del sector público.

Antes de finalizar es necesario resaltar que nuestra profesión es una ingeniería que tiene más que ver con el desarrollo tecnológico que con la investigación *per se*. En muchas ocasiones y por parte de conferenciantes ilustres se menciona la palabra tecnología sin saber qué significa o, al menos, cuál es su significado. Tecnología es el conjunto de conocimientos aplicados a un arte u oficio industrial. Nótese que al mencionar conocimientos se alude expresamente a ciencia; por tanto hablar de investigación y tecnología como dos conceptos separados es erróneo. Más aún, la segunda parte de lo que es tecnología alude a su aplicación a un arte u oficio industrial, es decir, sin ingeniería no es posible hablar de tecnología. Curiosamente, tanto en las propuestas industriales como en las propuestas de instituciones de investigación, todas realizadas para el desarrollo de nuevas tecnologías, se acostumbra a olvidar la primera o la segunda parte. La investigación científica es el gran ausente en las propuestas industriales y el compromiso de realizar demostradores en las propuestas del entorno investigador. Más aún, los procesos de evaluación tienden a censurar uno de los componentes de la bonita mezcla que la afición tecnológica de las propuestas debería contener.

Antes de finalizar este breve recorrido por nuestra historia reciente de I+D es de rigor destacar el esfuerzo que administraciones CICYT, DGTEL y CDTI, además de sus homólogos en los gobiernos de las comunidades autónomas, han realizado para conseguir el cambio que el país ha experimentado en actividades de investigación y desarrollo. Sin duda, las críticas vertidas en este documento no son más que la respuesta legítima y necesaria para mejorar, que no habría sido viable mencionar si nuestro tejido de I+D no hubiese recibido los resultados del esfuerzo mencionado.

## COLABORACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA: TREINTA AÑOS DE APRENDIZAJE MUTUO

Este apartado he preferido tratarlo desde el punto de vista de la universidad ya que durante los capítulos anteriores hemos intentado contar algo de esta colaboración desde el punto de vista de las empresas; por eso Gonzalo León Serrano, vicerrector de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid, ha escrito esta parte.

### El contexto histórico

En 1975, hace treinta años, la Universidad española despertaba lentamente de un prolongado letargo histórico y del revulsivo derivado de una agitación creciente en sus aulas desde finales de la década de los sesenta en pos de un nuevo papel dinamizador en la sociedad española.

El papel social que la sociedad española le concedía estaba entonces prácticamente ligado a la docencia y a ser capaz de absorber una creciente masa de estudiantes universitarios que presagiaba la avalancha que se produciría poco tiempo después. Tampoco se le exigía mucho más porque las ideas teóricas asociadas al «modo 2» de producción, de la denominada «triple hélice» o de la tercera misión de las universidades fortaleciendo su conexión con los sectores productivos estaban aún lejos de entrar por derecho propio en el discurso político y económico.

También la empresa española abandonaba poco a poco los comportamientos derivados del proteccionismo y dirigismo económico característicos de los años de la dictadura para enfrentarse a un mundo muy diferente; proceso que, aunque había comenzado en la década anterior, aún dejaba en manos del Estado el funcionamiento de múltiples empresas en el sector público y otras muchas controladas indirectamente por éste. El incipiente proceso de globalización aún estaba en sus inicios y primaba una idea autárquica de la actividad productiva, compensada por la presencia en nuestro país de un número creciente de empresas multinacionales. España se ofrecía a sí misma y a los otros países como lugar de localización de actividades productivas de escaso valor añadido en el que la I+D empresarial apenas se concentraba en un número muy reducido de empresas.

En 30 años España ha cambiado profundamente en muchos aspectos, pero si enfocamos la atención en los objetivos, instrumentos, modos y comportamientos de la cooperación entre la universidad y la empresa, este cambio es enorme. Desde el punto de vista de la universidad, el punto de partida de una situación «alegal» (caracterizada por una falta de regulación específica) pasó en pocos años a convertirse en un objetivo político esencial de los gobiernos democráticos españoles, alineado con la evolución que ha tenido también en el conjunto de los

Estados miembros de la Unión Europea. En estos años se ha recorrido un camino que puede resumirse en la construcción de la credibilidad mutua necesaria para que la cooperación universidad-empresa sea una floreciente realidad.

Históricamente, el fenómeno de la cooperación universidad-empresa se ha planteado internacionalmente como un problema asimétrico de transferir algo (conocimiento, productos, personal cualificado, etc.) que el sistema público (universidades u organismos públicos de investigación) tenía a una empresa que lo necesitaba (o se suponía que necesitaría en el futuro). Modelo que requería una cierta capacidad tecnológica de absorción por parte de la empresa en un horizonte temporal dilatado, y una voluntad de conocer mejor sus necesidades por parte de la universidad. Salvo excepciones, no parecía hace treinta años que ni unos ni otros estaban dispuestos a recorrer juntos ese camino.

Esta situación se complementaba en nuestro país con la búsqueda por parte de la empresa de personal cualificado en la diversidad para realizar actividades cercanas al desarrollo de productos. Con ello, ni la empresa asumía las actividades que le correspondían (y que sí eran asumidas en otros países tecnológicamente avanzados) ni la universidad cumplía su papel de generación del conocimiento con una investigación de calidad que la empresa pudiera recoger.

Ese proceso, cuyas claves evolutivas desarrollaré a continuación ha cambiado profundamente. Ya no se trata de «transferir conocimiento» preexistente sino de «compartir conocimiento» para crear otro nuevo. Ese cambio sutil en la forma pero de profundo significado en los comportamientos de las entidades implicadas todavía no se ha consolidado pero subyace en la estructura evolutiva implícita en nuestro actual sistema de ciencia-tecnología-empresa y alimenta el nuevo escenario en el que se desarrolla la cooperación universidad-empresa.

Recorramos pues el camino. Necesariamente, mi visión tiene que desplegarse desde la perspectiva de la universidad aunque, eso sí, basada en treinta años de experiencia profesional cercana a la empresa.

## **Evolución histórica**

Existe un antes y un después en el marco legal en el que se desarrollan las relaciones entre la universidad y la empresa en España. Desde el punto de vista de la universidad española, el momento crucial se produce en el año 1983 con la promulgación de la «Ley de Reforma Universitaria (LRU)» y la incorporación en su articulado del ya famoso artículo 11.

De acuerdo con este artículo 11, no sólo se aceptaba formalmente que la contratación de la universidad con el sector empresarial para la provisión de servicios, la formación o la «investigación bajo contrato» eran fines legítimos de la actividad universitaria, sino que se establecía un marco por el que el profesorado podía recibir remuneraciones complementarias en base a las mismas. El efecto fue fulminante. Los grupos de investigación más activos pudieron retener per-

sonal, favorecer la extensión del modelo de dedicación completa y autofinanciar las actividades de I+D. La reciente modificación de la LRU con la Ley Orgánica de Universidades (LOU) en 2004 ha mantenido el contenido de ese artículo validando su utilidad.

En esta perspectiva histórica, el segundo hito fundamental se produce en un momento muy cercano en el tiempo con dos acontecimientos encadenados en el año 1986: la promulgación de la denominada Ley de la Ciencia (Ley 13/86) y la incorporación de España a la Unión Europea.

Por el primero de los acontecimientos se consolidan en España los mecanismos de financiación de la ciencia y la tecnología a través de los planes nacionales y los primeros instrumentos de financiación pública de la cooperación pública-privada. Los denominados planes coordinados concertados (entre empresas y centros públicos) supusieron un marco que, a pesar de su escaso volumen económico, crearon un entorno adecuado, sobre todo para la cooperación con la gran empresa. Otro problema, no resuelto aún, era la cooperación con la pequeña y mediana empresa (PYME) para la que no existían instrumentos adecuados.

Por el segundo de los hitos importantes de 1986, las entidades españolas acceden a los Programas Marco de I+D de la UE en los que la cooperación entre entidades públicas y privadas no era una opción, era un requisito. Ello implicó un largo proceso de aprendizaje mutuo en el que una visión mucho más abierta de las empresas europeas actuó de necesario catalizador.

Durante la década de los noventa, y como consecuencia de una acción continuada de apoyo por las administraciones públicas, todas las universidades y organismos públicos de investigación españoles crearon una unidad ligada a la transferencia de tecnología comúnmente denominada Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), precisamente aludiendo con ese nombre a su función básica, con el fin de favorecer la realización de proyectos de I+D con entidades privadas, y apoyar la protección y explotación del conocimiento generado.

Posiblemente, desde una perspectiva histórica, el valor fundamental que han aportado las OTRI al proceso de vertebración del sistema de ciencia y tecnología español haya sido debido más a la capacidad de trasladar hacia los sectores productivos la oferta y capacidades tecnológicas de las universidades que canalizar hacia ellas las demandas de los sectores productivos. En definitiva, las OTRI ayudaron a crear un cambio de mentalidad en muchas universidades tradicionales abonando la cooperación hacia el sector empresarial históricamente alejado de las mismas y haciendo ver la importancia de la protección del conocimiento adquirido en la formulación de las estrategias de los centros de investigación.

Transcurridos más de veinte años desde su creación, las OTRI de las universidades españolas presentan un balance de luces y sombras en cuanto al papel de las OTRI en la adecuación de su actividad a los intereses de los sectores productivos, en paralelo con los de las propias universidades en relación con la I+D.

## ALGUNOS EJEMPLOS DE DESARROLLO DE ACTIVIDAD Y EXPERIENCIAS DE I+D

*José Manuel del Prado*

Es objeto de este capítulo contar cómo iniciativas que empezaron con la clara idea de contribuir a mejorar la situación de la Investigación y el Desarrollo de las Telecomunicaciones en este país, terminaron o están terminando en realidades que han mejorado el tejido industrial del país y están contribuyendo al mantenimiento de unos puestos de trabajo de alta cualificación, que tan caros y buscados son hoy día, una vez que hemos sufrido la gran transformación que ha llevado a las telecomunicaciones a pasar de ser una industria tecnológica y con clara presencia industrial en el país a ser una «*commodity*», que se concibe, se diseña y se fabrica donde sea más barata su realización y que solamente se distribuye en los países donde vaya a ser implantada.

### PARQUE TECNOLÓGICO DE ANDALUCÍA. UN EJEMPLO DE INICIATIVA EMPRESARIAL

El Parque Tecnológico de Andalucía (PTA) es un claro ejemplo de cómo se puede gestionar una crisis cuando se dan dos circunstancias: la oportunidad y el capital humano preparado para desarrollar los proyectos. Dos de las personas que más han trabajado en su consolidación desde el principio, Felipe Romera y Luis Fernando Martínez, han colaborado en la escritura de esta crónica y testimonio.

A finales de los ochenta, un cambio en la estrategia de Fujitsu (motivada por la compra de ICL), hacía prever un destino cuando menos incierto al grupo de personas que conformaba el departamento de I+D; uno de los grupos de I+D españoles más importantes en aquellos años, y que, desde una perspectiva siempre de alta rentabilidad económica, había participado en importantes desarrollos (Tesis, Módems, Ordenadores y las entonces incipientes Redes Locales).

Las circunstancias y muy especialmente algunas personas quisieron que al mismo tiempo la Junta de Andalucía decidiera desarrollar su primer Parque

Tecnológico en Málaga, precisamente por la presencia en la provincia en aquel entonces de tres grandes multinacionales: Fujitsu, Alcatel y Siemens, encargándole a Felipe Romera (entonces director del departamento de I+D de Fujitsu), que se hiciera cargo de la dirección y puesta en marcha del proyecto.

Las circunstancias y la importante experiencia adquirida por el grupo de I+D de Fujitsu en los mercados internacionales, permitió configurar una estrategia ordenada que favoreció y permitió el desarrollo de las primeras empresas en el PTA, ya que se disponía de lo más importante, el capital humano con gran conocimiento de las tecnologías y amplia experiencia.

Las dos primeras empresas que se instalaron en el PTA fueron Hughes Microelectronics y Cetecom, que se nutrieron fundamentalmente de los ingenieros de Fujitsu, pero al poco tiempo se pusieron en marcha otras iniciativas que podríamos denominar de «*Spin-Off*»; dando lugar a la creación de empresas como Ingenia, Dogor, ATM y Gontán Desarrollos.

Pero no todos los ingenieros de Fujitsu siguieron en el mundo empresarial, unos pocos se incorporaron a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Málaga (ETSITM), y ello ha sido un factor determinante en la posterior evolución y desarrollo de muchas de las iniciativas que han configurado la realidad actual del PTA, siempre con una decidida apuesta por la investigación y desarrollo como motor tecnológico y económico.

La experiencia empresarial del profesorado, unida a la confianza y conocimiento de las personas, ha permitido desarrollar proyectos importantes como en el caso de Cetecom, que partiendo de ser un Laboratorio de ensayos de equipos de telecomunicación es hoy un referente mundial en sistemas de medida para certificación de tecnologías inalámbricas y de comunicaciones móviles, desarrollados en colaboración con la ETSITM.

Tartessos-Optimi es otro ejemplo más reciente de cómo se ha creado un proyecto empresarial de éxito a partir de una crisis por la finalización de una estrecha colaboración de cuatro años entre el profesorado de la ETSITM y Nokia.

Cetecom (Centro de Tecnología de las Comunicaciones) nació dentro de un proyecto elaborado por la Dirección General de Telecomunicaciones, para favorecer el proceso de liberalización de las telecomunicaciones.

Financiados por el programa europeo STAR, se crearon en España cuatro laboratorios de telecomunicación en distintas Comunidades, dándose la circunstancia de que al día de hoy podemos afirmar que el único que pervive con un nivel de actividad razonable, con un reconocimiento y presencia internacional es precisamente Cetecom, que inicialmente se encontraba en una de las regiones menos industrializadas.

Si hacemos un análisis *a posteriori* (que siempre es más fácil), podemos afirmar que las claves del éxito han sido cuatro decisiones tomadas en sus inicios:



*En el Parque Tecnológico de Andalucía trabajan actualmente cerca de 7.000 personas, de las cuales el 50% aproximadamente tiene titulación universitaria, y donde los Ingenieros de Telecomunicación se encuentran en un ambiente favorable*

---

- La Junta de Andalucía ayudó al establecimiento de Cetecom, pero éste tenía que buscar su razón de existir en los mercados y no en los presupuestos.
- Orientar gran parte de sus esfuerzos a captar mercado internacional al tener un escaso mercado local.
- Hacer una apuesta decidida por el desarrollo de tecnologías de base en mercados de nicho para las telecomunicaciones.
- Establecer una colaboración estrecha con los grupos de investigación de la ETSITM, para adquirir y desarrollar nuevos conocimientos y tecnologías propias.

Todo ello, unido al propio desarrollo del PTA, ha permitido que Cetecom sea hoy un referente mundial en el campo de la certificación de equipos de telecomunicación, con una importante presencia en comunicaciones móviles GSM, GPRS o UMTS, y liderando en tecnologías inalámbricas como Blue-tooth, WiFi, WiMAX o RFID, gracias a sus desarrollos y a la tecnología de aplicación a las telecomunicaciones desarrollada en colaboración con la ETSITM.

Tras dos ampliaciones de terreno en los años 1995 y 2000, y la urbanización correspondiente, el PTA tiene 186 hectáreas de superficie. En ellas se puede construir hasta 505.372 m<sup>2</sup>.

A finales de 2004 las 325 empresas e instituciones instaladas en él se ubican en los distintos espacios construidos, ocupando un 79% del suelo edificable total en el que se encuentran edificios con un total de 188.215 m<sup>2</sup> construidos, y en construcción hay otros 96.984 m<sup>2</sup>. Un 15% de dicho suelo está reservado para diferentes proyectos que lo han solicitado, quedando disponible el 6% restante.

En el Parque Tecnológico de Andalucía trabajan actualmente cerca de 7.000 personas, de las cuales el 50% aproximadamente tiene titulación universitaria, y donde los Ingenieros de Telecomunicación se encuentran en un ambiente favorable. En los próximos tres años se espera una demanda de Ingenieros de Telecomunicación en el parque de unos 500, cifra superior a los egresados de la escuela de Málaga.

En el año 2004 las empresas e instituciones del PTA facturaron más de 800 millones de euros y desde sus comienzos en el año 92, la facturación acumulada ha superado los 3.500 millones de euros. La inversión en Investigación y Desarrollo superó ese mismo año los 80 millones de euros con más de 800 personas dedicadas a estas actividades. A la orden de parques del Ministerio de Educación y

Ciencia de la convocatoria de 2005 se han presentado proyectos en I+D por valor superior a los 160 millones de euros para los próximos cuatro años. La inversión total en infraestructuras y equipamiento en el parque desde sus orígenes es de 529 millones de euros, el 81% de la cual pertenece a la iniciativa privada.

El sector de las Tecnologías de la Información (Electrónica, Informática, Telecomunicaciones y Centros Tecnológicos y de I+D) tiene una presencia importante en el PTA, ya que el 39% de las empresas instaladas pertenecen a él, dando empleo al 73% de los trabajadores totales del mismo, y facturando el 74% del total del PTA.

Otro ejemplo similar al anterior, y que dejamos para contar en otra ocasión es el Parque tecnológico de Zamudio teniendo a Tecnalía y Robotiker como ejemplos de centros de excelencia.

## **ASÍ NACIÓ UNA NUEVA EMPRESA: ALCATEL ESPACIO**

En julio de 2005 la Compañía cuya historia contamos en este apartado cambió su nombre por Alcatel Alenia Space España.

### **Fundación de la Compañía y primeros resultados**

A finales de 1988 las perspectivas de un emergente mercado espacial en España eran altamente interesantes. La participación de España en la Agencia Europea del Espacio (ESA), el nuevo satélite español de telecomunicaciones que se preveía lanzar por Hispasat y la participación en programas europeos por parte del Ministerio de Defensa hacían prever un fuerte crecimiento para el período 1989-1993.

La sociedad Alcatel Espacio SA nace así, desde la iniciativa de Alcatel Standard Eléctrica y en particular de su entonces presidente y consejero delegado, Miguel Ángel Canalejo, orientada hacia el sector espacial y de nuevas tecnologías, como fuerte apuesta por la investigación y desarrollo.

La escritura de constitución de la sociedad Alcatel Espacio SA se establece el 18 de noviembre de 1988 con un capital social de mil millones de pesetas.

El equipo humano inicial estaba formado por 60 personas, procedentes en su mayoría del Laboratorio de I+D de Standard Eléctrica; la mayoría de ellas se desplazaron a las instalaciones de Alcatel Espace en Toulouse, para su formación y entrenamiento, por un período de entre seis y 18 meses.

Transcurridos los difíciles primeros años de vida, la Sociedad había logrado cuatro objetivos básicos: constitución de un equipo humano bien preparado, con formación en el sector espacial en una empresa de reconocido prestigio internacional; asimilación e industrialización de los procesos y tecnologías espaciales con importante fabricación en España; presencia creciente en programas internacionales de la Agencia Europea del Espacio (ESA) como ARTEMIS, Plataforma

*La actividad industrial de Alcatel Espacio arranca en el año 1989 en una pequeña Sala Limpia de 100 m<sup>2</sup>, construida en la planta sótano de un edificio alquilado en la calle Méndez Álvaro*

---

Polar, SOHO, CLUSTER y de Defensa como HELIOS y creación de un laboratorio de I+D con fuerte especialización hacia la ingeniería de diseño y el desarrollo de equipos electrónicos embarcados en satélites y vehículos espaciales.

Durante este período crítico, el grupo Alcatel (España y Francia) contribuyó de forma significativa al éxito de la Compañía, mediante la formación de los profesionales y la transferencia de los procesos y tecnologías calificadas para su aplicación espacial.

La actividad industrial de Alcatel Espacio arranca en el año 1989 en una pequeña Sala Limpia de 100 m<sup>2</sup>, construida en la planta sótano de un edificio alquilado en la calle Méndez Álvaro, en donde se realizan las primeras actividades en el campo espacial, con el ajuste y prueba de las placas y módulos de los transpondedores banda S del Programa Spot-4 /Helios-2, bajo la responsabilidad de Alcatel Espace de Toulouse.

En 1992 se produce el traslado de toda la organización y medios industriales a la nueva sede de la Sociedad en el Parque Tecnológico de Tres Cantos, en un edificio de corte moderno, con 7.500 m<sup>2</sup> construidos sobre una parcela ajardinada de 10.000 m<sup>2</sup>.

Las inversiones industriales alcanzaron un valor de 600 millones de pesetas en las nuevas instalaciones, con 750 m<sup>2</sup> de salas blancas y otros medios productivos de fabricación y prueba.

Esta nueva sede fue inaugurada oficialmente en diciembre de 1993 por la secretaria general de Telecomunicaciones Elena Salgado con la participación de altos directivos del Grupo Alcatel, autoridades locales y representantes destacados del sector Espacial y de las Telecomunicaciones.

En 1998 se amplió la superficie de salas blancas destinadas a fabricación de equipos de vuelo hasta los 1.500 m<sup>2</sup> (clase 100.000), para dar respuesta al importante crecimiento de las actividades industriales experimentado por la Compañía.

Actualmente es su director general Luis García Echegoyen, sin cuya ayuda y colaboración hubiera sido difícil escribir esta historia.

## **Investigación y Desarrollo**

Alcatel Espacio ha mantenido desde su constitución un esfuerzo sostenido en I+D en el entorno del 7% de su cifra anual de ventas y, reforzado por la actividad financiada por fondos públicos y clientes, le ha permitido lograr una posición de liderazgo tecnológico en las siguientes áreas:

Subsistemas y equipos de radiocomunicaciones para aplicaciones de Telecontrol y Telemedida (TTC), embarcados en todo tipo de vehículos espaciales.

En particular los transmisores-receptores en banda S (2 GHz) de tipo convencional o con modulación de espectro ensanchado se encuentran al estado del arte en ámbito de nivel internacional.

Desarrollos en bandas superiores como X (8 GHz) o Ku (12 GHz) han completado un catálogo amplio de productos que han permitido a Alcatel Espacio el acceso a los diferentes mercados de: Telecomunicaciones, Observación de la Tierra, Ciencia, Vuelos tripulados y Navegación.

Los estrictos requisitos espaciales en cuanto a márgenes de funcionamiento en temperatura (-30 °C a +70 °C), vacío, vibración, choque, compatibilidad electromagnética, robustez frente a radiaciones externas, sensibilidad y margen dinámico de los receptores, confinamiento espectral y ruido de fase de los transmisores, fiabilidad (muchos equipos deben funcionar más de 15 años sin opción alguna de reparación), reducido volumen y peso, así como otras prestaciones requeridas, han exigido unos diseños eléctricos y mecánicos excepcionales. En la mayoría de los casos los equipos Tx-Rx van duplicados y con los dos receptores siempre en funcionamiento.

La incorporación de componentes y tecnologías de alta integración, muy consolidadas en los sistemas convencionales de Telecomunicaciones, como FPGA, ASIC, MMIC, Montaje superficial, se ha logrado gradualmente, disponiendo de recursos propios muy especializados y calificando procesos rigurosos en toda la cadena de diseño, fabricación y pruebas.

En muchos casos estos subsistemas y equipos TTC son el único enlace de comunicaciones con la Tierra durante las fases de colocación en su órbita, lo que provocaría, en caso de fallo, la pérdida del vehículo. Particularmente crítica es la fase de separación desde el lanzador, cuando el funcionamiento de los equipos y antenas está en su fase inicial.

En los programas Científicos y de Observación de la Tierra estos equipos permiten también la transmisión en alta velocidad de los datos procedentes de la instrumentación que configura la misión.

**Equipos de Radiofrecuencia Pasiva.** La Compañía ha centrado sus esfuerzos y especialización en una amplia gama de filtros y conjuntos multiplexores de microondas para aplicaciones en satélites de comunicaciones en órbita geoestacionaria a 36.000 km.

Estos componentes y equipos constituyen la primera barrera de entrada a las cargas de pago de los satélites, para seleccionar las señales o informaciones deseadas rechazando fuertemente las demás. La creciente saturación de satélites en la órbita GEO y la mayor complejidad de los nuevos ingenios, por los múltiples servicios requeridos, requieren requisitos de filtrado cada vez más exigentes.

En particular, los desarrollos de los multiplexores de entrada (IMUX) en las bandas Ku (12 GHz) y Ka (20-30 GHz), basados en resonadores dieléctricos, han alcanzado un alto nivel de excelencia en los mercados internacionales por sus elevadas prestaciones.

El diseño de estos equipos se basa en la teoría de propagación electromagnética, con innovación continua en cuanto a modos de propagación, materiales, procesos de fabricación y en general nuevos algoritmos matemáticos para optimizar todos los requisitos que la tecnología espacial requiere.

Los primeros equipos «IMUX» de vuelo, suministrados en 1993 para el programa AMOS, estaban basados en la tecnología de filtros de cavidades cilíndricas en configuración bi-modo y construidos en Invar, material de alto coste y difícil de mecanizar.

Los actuales productos en base a resonadores dieléctricos, con canales de tipo autoecualizado y estructura mecánica de aluminio, han reducido su peso, volumen y precio en un factor de dos siendo altamente competitivos. Todos los satélites de telecomunicaciones de Alcatel y parte de los construidos por otros competidores, equipan estos equipos habitualmente.

Nuevos diseños de filtros, diplexores y dispositivos específicos, desde la banda 2 GHz hasta 60 GHz, han sido afrontados con éxito para diferentes aplicaciones desde Comunicaciones móviles por satélite (Globalstar) hasta misiones de Ciencia, Observación de la Tierra y Defensa.

**Procesado Digital y Gestión de Datos.** Esta línea de investigación se inició desde los primeros años de funcionamiento de la Compañía con estudios financiados por la ESA y con el apoyo sostenido del Ministerio de Industria. En particular la entrega a la ESA en 1993 de un primer ASIC de alta complejidad para funciones de demodulación multiportadora y del modelo de Laboratorio en 1994 para cargas útiles con Procesado a Bordo «OBP», constituyeron dos hitos de relevancia internacional.

Estas tecnologías «OBP», junto a otros desarrollos realizados con éxito por Alcatel Espacio, se aplicaron por primera vez a programas comerciales para radiodifusión digital (WorldStar) y para televisión digital (Skyplex) en 1996; estos servicios se siguen ofreciendo actualmente a través de satélites geoestacionarios, con el liderazgo de nuevos operadores como Worldspace y otros consolidados como Eutelsat.

Desarrollos posteriores han sido orientados a la utilización de cargas de pago con conmutación a bordo, compatibles con terminales de bajo coste (DVB-S, DVB-RCS), con objeto de proporcionar servicios multimedia en zonas no cubiertas por soluciones terrestres (ADSL, Cable, Radioenlaces...).

En cuanto a los desarrollos para Gestión de Datos la actividad de I+D ha permitido generar una amplia gama de productos para Telecomunicaciones, Ciencia, Observación de la Tierra y Navegación. Estos equipos permiten realizar el interfaz entre las Plataformas y Cargas de pago en satélites de telecomunicaciones así como con los Instrumentos científicos, motores y paneles solares. El primer desarrollo de alta complejidad fue un procesador de datos para el experimento CEPAC (CDPU) entregado en 1993 para el satélite científico SOHO.

Esta familia de productos es ampliamente conocida en el sector con una serie de siglas: RTU, PIU, SADE, AIU, MGS, MGCIB, CCU, etc., con muchas funciones comunes en cuanto a comandos, medidas y transmisión de datos entre equipos.

*La situación actual de Alcatel Espacio ha sido posible fundamentalmente por la contribución española a la Agencia Europea del Espacio (ESA)*

---

## **Colaboración con Organismos públicos y Universidades**

La situación actual de Alcatel Espacio, siempre apoyada por sus accionistas, con importante catálogo de productos, procesos, tecnologías y referencias de clientes internacionales, ha sido posible fundamentalmente por la contribución española a la Agencia Europea del Espacio (ESA) durante estos años. El CDTI, perteneciente al Ministerio de Industria, decide con ocasión de las Conferencias Ministeriales el nivel de participación en las diferentes áreas, siendo las empresas responsables de lograr los contratos en fuerte competición con otras empresas europeas.

Las recientes decisiones encaminadas a alinear la contribución a la ESA al nivel del PIB, representará una excelente oportunidad de consolidar y potenciar el sector industrial del espacio.

Destacable es la contribución del Operador español Hispasat que con sus cinco satélites comerciales de telecomunicaciones lanzados desde 1992 ha representado una oportunidad excelente para desarrollar equipos competitivos que actualmente siguen funcionando correctamente.

La financiación a través de planes de I+D en el ámbito nacional (CDTI) y el más reciente en el ámbito regional (Comunidad de Madrid) siguen siendo elementos clave que han contribuido a este desarrollo empresarial. El nuevo programa CENIT es una oportunidad para los próximos años.

En cuanto a la colaboración con Organismos Públicos de Investigación (OPI), se destacan los acuerdos firmados con las Universidades Politécnicas de Madrid, Cataluña, Valencia y Cantabria para las diferentes áreas de Innovación. La colaboración con el INTA ha sido preferentemente orientada hacia el mundo de las pruebas ambientales.

## **Proyectos en curso y datos económicos**

El esfuerzo sostenido de I+D en todos estos años se ha materializado en la disponibilidad de un catálogo amplio de patentes en el ámbito internacional, publicaciones técnicas en numerosos congresos, activa participación en foros de elaboración de normas de telecomunicaciones por satélite y finalización de los prototipos (EM) y equipos de calificación (EQM).

Como empresa orientada al competitivo mercado internacional de equipos para satélites de comunicaciones, de media un 40% de la actividad, los desarrollos han finalizado en modelos de vuelo (PFM y FM) que actualmente están en vehículos espaciales operativos o en misiones finalizadas.

Considerando las diferentes misiones y tecnologías, 120 satélites y vehículos espaciales han sido ya lanzados al espacio con equipos de Alcatel Espacio. Otros

proyectos están actualmente en desarrollo para 70 nuevos satélites y vehículos espaciales (incluyendo la constelación Galileo).

## **Ciencia**

**Herschel and Plank**, programa formado por dos vehículos espaciales para la ESA, en el que un nuevo subsistema de comunicaciones para Telecontrol y Telemedida (TT&C) y transmisión de datos en 8 GHz está actualmente en desarrollo. En base a las exigencias de estos dos telescopios científicos, los equipos de telecomunicaciones para los enlaces con la superficie terrestre requieren prestaciones al estado del arte. Lanzamiento previsto en 2007.

## **Infraestructura espacial**

**Estación Espacial Internacional (ISS) y Vehículo de Transporte (ATV)**, todos los equipos para las comunicaciones del vehículo ATV con los satélites Geoestacionarios de la NASA (TDRSS), y también con la Estación Espacial durante la fase de aproximación entre ellos, han sido desarrollados recientemente. Se emplea la tecnología de espectro ensanchado y gama de frecuencia 2 GHz. El primer lanzamiento (misión Julio Verne) está previsto para 2007. Siete lanzamientos europeos serán realizados en años sucesivos para transporte de alimentos y materiales así como para reposicionar en altura a la ISS.

**Sistema Galileo**, en este proyecto europeo de 30 satélites en órbita media, Alcatel Espacio ha sido seleccionada por la ESA y el contratista principal Galn, en abierta competición, para el suministro de los subsistemas de Telecontrol y Telemedida. Los primeros cuatro satélites para su fase de validación (IOV) llevarán equipos de avanzada tecnología, utilizando la banda de frecuencias S y con sofisticados sistemas de modulación.

Un equipo de Generación de Señal (CMCU) que procesa las señales procedentes de los relojes atómicos de altísima estabilidad será también suministrado para estos satélites.

El primer satélite Galileo de carácter experimental (GSTBV 2A) ha sido lanzado en diciembre de 2005.

**Amerhis**, este sistema destinado a las comunicaciones multimedia por satélite constituye un avance espectacular frente a las soluciones convencionales de tipo transparente. Al utilizar una carga de pago inteligente y con conmutación a bordo (OBP), permite comunicaciones interactivas de alta calidad (voz, datos, vídeo) a través de un solo salto. El proyecto de la solución desarrollada «end to end» se basa en el standard internacional DVB-S/RCS que permite el empleo de terminales de bajo coste.

El proyecto, dentro del programa ARTES de la ESA, ha sido cofinanciado por un conjunto de empresas industriales de ámbito internacional y por sus respectivas

administraciones públicas. La contribución financiera y la apuesta del CDTI en este proyecto, junto a la decisión favorable de Hispasat para embarcar el repetidor Amerhis en su satélite Amazonas, han sido dos factores clave en el éxito del proyecto.

Los desarrollos de mayor contenido tecnológico (Procesador embarcado de cuatro canales) así como la dirección del proyecto han correspondido a Alcatel Espacio. El proyecto completo con su segmento de Vuelo y segmento de Tierra asociado ha sido finalizado en diciembre de 2005.

**Ico, Terrestar, Astra 1M, Coms, Superbird.** Recientes nuevos proyectos de alto contenido tecnológico en el área de equipos de RF («Up-Down converters», Tx-Rx, Microondas-IMUX) han sido logrados en 2005 para aplicaciones de telecomunicaciones móviles y fijas por satélite.

Los importantes contratos con Space System Loral (EEUU) para Ico y Terrestar, con Melco (Japón) para Superbird y con EADS Astrium/Tesat para Astra 1M y Coms, representan un reto y una oportunidad para el crecimiento de la Compañía en este mercado comercial en fuerte recesión.

Al cierre de 2004 Alcatel Espacio registraba unas ventas de 28 millones de euros y tenía una plantilla propia de 180 personas. Un total de 67 equipos de calificación y vuelo fueron entregados en ese año.

## **CENTROS DE EXCELENCIA DE ACCESO Y SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA DE ALCATEL**

Como relatábamos en la historia del Centro de Investigación de Standard Eléctrica, a partir de comienzos de los años noventa se empezó por una parte a centralizar la I+D y, por otra, a especializar en centros de excelencia, con responsabilidad mundial, la actividad de desarrollo de productos. En España, además del centro de desarrollo de servicios de redes inteligentes de Barcelona del que hemos dado una pincelada anteriormente, se ubicaron otros dos: el centro de excelencia de productos de acceso y el centro de excelencia de señalización ferroviaria.

Este apartado intenta trazar brevemente la historia de dos de los resultados más importantes de la actividad de estos centros: el producto Litespan (acceso cableado) y la familia de productos de señalización, destacando desde el principio que de algunos de ellos como el Litespan hay en este momento más de 20 millones de unidades instaladas en el mundo.

### **El desarrollo de sistemas de acceso en España: Litespan**

**Antecedentes.** Tradicionalmente, en telefonía la red de acceso no era más que la conexión mediante pares de cobre entre el terminal de usuario y la central de conmutación. Es evidente que la inversión necesaria para construir y mantener la red de acceso ocupa un lugar preponderante en el conjunto de las inversiones y gastos de los operadores de telecomunicaciones. Podemos hablar de la existen-



*A finales de los años ochenta, primero en EEUU y después en el resto del mundo, los operadores y algunos fabricantes tuvieron la iniciativa de definir interfaces estándar entre unidades remotas y centrales de conmutación, para poder combinar equipos de cualquier fabricante: nace el concepto de Acceso tal como se conoce actualmente*

---

cia de una verdadera «mina de cobre» distribuida por todos los países del mundo en forma de cables de abonado. Esto explica que los operadores de telecomunicaciones dediquen grandes esfuerzos para optimizar sus redes de acceso, tanto desde el punto de vista económico como desde el punto de vista funcional.

La primera mejora de las redes de acceso fue dirigida a reducir la longitud de los cables de abonado para conseguir mejorar la calidad del servicio. Esta mejora se vio acelerada con la aparición de la telefonía digital, lo que permitió la creación de unidades remotas de conexión de abonados. Estas unidades remotas se conectan a la central de conmutación usando tecnología digital, de forma que un número reducido de cables físicos pueden transportar un número mucho mayor de conexiones de usuario final.

Prácticamente todos los fabricantes de centrales de conmutación digitales disponen de unidades remotas para conectar abonados. Estas unidades utilizan protocolos de señalización propietarios (sólo permiten conectar centrales y unidades remotas de un mismo fabricante) para transportar los eventos de la línea de abonado: marcación de números, descuelgue, teletarifación, etc., al equipo anfitrión.

A finales de los años ochenta, primero en EEUU y después en el resto del mundo, los operadores y algunos fabricantes tuvieron la iniciativa de definir interfaces estándar entre unidades remotas y centrales de conmutación, para poder combinar equipos de cualquier fabricante: nace el concepto de *Acceso* tal como se conoce actualmente.

La posibilidad de diseñar, fabricar y comercializar sistemas de acceso universales creó un nuevo mercado al que podían optar tanto los suministradores de conmutación como muchos otros suministradores de equipos, que vieron una oportunidad de entrar en el segmento más importante (por nivel de inversión) de las redes de los operadores.

Otro desarrollo importante para las redes de acceso fue la necesidad de entregar servicios de Banda Ancha a los usuarios. Si bien en un principio se pensó que la única manera de llegar al ancho de banda necesario para los nuevos servicios era el despliegue de fibra óptica hasta el abonado, la aparición de la tecnología DSL permitió alcanzar velocidades de transmisión sobre cables de cobre nunca vistas. Los operadores vieron la oportunidad de revitalizar su vieja red de cobre (en palabras de un analista de BT, «*our copper is buried but not dead*», «nuestro cobre está enterrado pero no muerto») y se lanzaron en bloque a instalar equipos de acceso de banda ancha, lo que revolucionó el negocio de acceso.

Alcatel, como tantos otros suministradores de equipos de telecomunicación, creó una línea de negocio específica para dirigirse al mercado de acceso, en primera instancia para telefonía, y añadiendo después la banda ancha a su oferta. Esta línea de negocio ha tenido desde sus inicios uno de los centros de desarrollo más importantes en España.

**Historia del producto Litespan 1540.** Ante la aparición del nuevo mercado de acceso, Alcatel reagrupó en 1993 todos sus productos de acceso en una misma línea de negocio (estos productos cubrían desde el acceso por radio mon canal hasta los incipientes productos de acceso de banda ancha, o de fibra hasta el bucle de abonado [FITL]), como primer paso para unificar su oferta de acceso y adaptarla a los nuevos estándares del mercado.

El catálogo de productos de acceso de Alcatel era extremadamente complejo: prácticamente cada mercado importante disponía de un producto de acceso específico de Alcatel. Esta situación creaba unos elevados costes de ingeniería por lo que se lanzó una iniciativa de racionalización que debía desembocar en el producto único de acceso de Alcatel: el ASAN (*Alcatel Subscriber Access Node*).

Como ocurre en muchos proyectos de I+D, los objetivos eran extremadamente ambiciosos: se pretendía tener una plataforma común para todos los segmentos de mercado de acceso: radio, fibra y cobre, telefonía convencional y líneas alquiladas, etc. También la Banda Ancha debía tener su lugar en este producto puesto que la tecnología y el mercado permitían pensar en entregar a los usuarios servicios por encima de 2 Mb/s.

El ASAN era por tanto un proyecto muy complejo, con participación de numerosos centros de Alcatel. La definición del sistema no terminaba de cerrarse completamente, por lo que el verdadero desarrollo del producto no llegó a comenzar.

Después de 2 años y mucho esfuerzo se decidió cancelar este proyecto puesto que los objetivos no parecían alcanzables y el mercado estaba evolucionando rápidamente. Por tanto, reutilizando algunas ideas del ASAN se lanzó un nuevo proyecto mucho más razonable: el «Compact» ASAN, o CASAN.

Alcatel España se comprometió fuertemente con el proyecto CASAN, estableciendo una ingeniería de 80 personas en Madrid para liderar con la colaboración de Alcatel Italia y Alcatel Bélgica el desarrollo del producto. A diferencia del ASAN, que proponía diseñar un sistema completamente nuevo, el CASAN toma como base un ADM (*Add-Drop Multiplexer*, sistema de transmisión SDH) ya establecido en el mercado para construir sobre él un sistema de acceso.

La idea de utilizar un sistema de transmisión como base para construir el nodo de acceso ha sido una de las claves del posterior éxito de esta familia de productos: los operadores estaban construyendo nuevas redes de transmisión acercando las comunicaciones por fibra óptica a los bucles de abonado, por lo que la red de acceso debía estar íntimamente ligada a la red de transmisión óptica.

**Primera familia de productos Litespan 1540.** El CASAN fue desarrollado durante los años 1996 y 1997, y, aunque no fue comercializado con ese nom-

bre, constituyó la base del primer producto de acceso de la familia «MSAN»: el 1540 SD 1.0.

En 1998 Alcatel adquirió la compañía estadounidense DSC Communications, que disponía del producto de acceso Litespan para el mercado ANSI. Si bien este producto no podía comercializarse fuera de EEUU debido a las diferencias en los estándares, se adoptó el nombre Litespan para el producto ETSI, abandonándose la denominación MSAN.

En paralelo con el 1540 SD 1.0 se desarrolló una versión simplificada sin transmisión integrada: el 1540 PD 1.0 (PD por «PDH transmission»). Este producto puramente español fue la base del despliegue de la red del operador alternativo Ono en España: actualmente hay 1 millón de líneas instaladas de 1540 PD en España.

Si bien estos productos estaban al máximo nivel en cuanto a funcionalidad de acceso de banda estrecha, a finales de los noventa era necesario incluir el acceso de banda ancha (DSL) para seguir siendo competitivos en el mercado, lo que provocó la aparición de una nueva familia de productos Litespan.

**Segunda familia de productos Litespan.** La incorporación de la Banda Ancha al producto Litespan, así como la optimización de los costes del mismo, requirió un rediseño completo del sistema. Sólo las unidades de abonado (aunque con alguna evolución) fueron reutilizadas de la familia anterior.

En primer lugar, se miniaturizó el ADM utilizado, de forma que en lugar de ocupar un bastidor pasó a ocupar el espacio de una placa, manteniendo todas las funcionalidades SDH.

Para proporcionar servicios de Banda Ancha se dotó al Litespan de la tecnología utilizada en los sistemas ADSL de Alcatel (7300 DSLAM), de forma que fue posible ofrecer los mismos servicios de Banda Ancha en Litespan y en el 7300 DSLAM. Esta compatibilidad entre las dos líneas de producto dio a Litespan una ventaja competitiva en el mercado de los productos de acceso multiservicio. También se incorporaron a los diseños de Litespan los elementos que permitirían evolucionar el producto hacia una plataforma aún más potente en el futuro, con capacidades de entregar servicio de vídeo a los usuarios (Triple Play<sup>1</sup>).

Por último, el producto Litespan se concibió como una plataforma capaz de evolucionar hacia redes de Voz sobre IP, estando así preparado para el futuro que, si bien se veía lejano, también se percibió como estratégico para el acceso: las redes de próxima generación<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Se denomina «Triple Play» a la oferta conjunta de servicios de voz, datos y vídeo a los usuarios finales, utilizando un único acceso a la red (par de cobre o fibra óptica).

<sup>2</sup> Las redes de próxima generación (RPG) supondrán una revolución en las telecomunicaciones, al integrar en la misma red todos los servicios de usuario: voz, datos y vídeo. Un ejemplo sería la telefonía móvil de 3.ª generación: UMTS. Se espera que las RPG reduzcan drásticamente los costes de operación de las redes e incrementen la oferta de servicios a los usuarios finales.

*El comienzo de la actual actividad de Señalización Ferroviaria en Alcatel se remonta a 1951, cuando bajo el nombre de Marconi Española, División de Señalización Ferroviaria, se empezaron a instalar equipos*

---

Litespan fue el primer producto del mercado (y sigue siendo estos días el más importante) en incorporar el soporte a RPG de forma totalmente integrada permitiendo la evolución suave desde las redes convencionales a las RPG.

Alcatel España tuvo un papel destacado en el negocio de acceso desde sus comienzos. Fue en España donde se realizó la primera implementación de un sistema de acceso con fibra hasta el bucle de abonado (FITL), dando lugar al producto 1570 NB.

Los desarrollos mencionados en el párrafo anterior permitieron acometer el desarrollo del producto Litespan en todas sus versiones: desde 1996 hasta el momento actual se han invertido en España el equivalente de 1.500 personas/año en la concepción y desarrollo del producto Litespan 1540. Se han generado en este período más de 20 patentes relacionadas con el producto.

Gracias a su versatilidad y competitividad, el Litespan 1540 goza de una situación privilegiada: desde el año 2004 ocupa el primer lugar en ventas del mercado ETSI. Existen actualmente más de 20 millones de líneas en el mundo conectadas a Litespan 1540 (1 millón de ellas de Banda Ancha y medio millón de Voz sobre IP), repartidas en 33 países y 54 operadores. El sistema Litespan 1540 es fabricado actualmente en España, China y Tailandia.

La capacidad de integrarse en redes de próxima generación y de ofrecer servicios Triple Play a los usuarios finales hace que Litespan 1540 sea un producto de acceso capaz de satisfacer las necesidades actuales y futuras de los operadores de Telecomunicación.

## **El desarrollo de sistemas de señalización ferroviaria en España**

El comienzo de la actual actividad de Señalización Ferroviaria en Alcatel se remonta a 1951, cuando bajo el nombre de Marconi Española, División de Señalización Ferroviaria, se empezaron a instalar equipos, los primeros fueron 5 CTC (sistemas de Control de Tráfico Centralizado) que gobernaban más de 500 km de líneas, y dotó de sistema de señalización a 156 estaciones de la red de Renfe.

En 1968, Marconi Española, perteneciente al INI (Instituto Nacional de Industria), entró a formar parte de ITT (International Telegraph and Telephone).

En 1969 comenzó a trabajar con licencia de la empresa alemana Standard Elektrik Lorenz AG (SEL AG) del Grupo ITT.

En 1971, tomando como base la tecnología de SEL AG, desarrolló para Renfe el Sistema Geográfico de Señalización TRICON-E.

En 1986 SEL AG adquirió la División de Señalización Ferroviaria de Marconi Española ITT y fundó la empresa SEL Señalización SA, con una plantilla de

126 personas, de las cuales 15 titulados, 20 técnicos cualificados, 21 administrativos y 70 operarios. Las ventas crecieron desde los 544 Mpts. de 1986 hasta los 11.299 Mpts. de 1992.

Durante las décadas de los setenta y los ochenta la colaboración de IIT y luego de Alcatel con Renfe hizo que se implantaran en la red de Renfe más del centenar de CTC, protecciones de pasos a nivel y, sobre todo, que se desarrollara e implantara el sistema de comunicación analógico tren-tierra todavía en uso en la red actual de ADIF Convencional y en proceso de sustitución por el GSM-R.

Fue en 1985, y coincidiendo con la dedicación más a productos que a tecnologías del Centro de Investigación y Desarrollo de Alcatel Standard Eléctrica, cuando se crea un Grupo o Departamento de Investigación y Desarrollo con el objetivo de adaptar los equipos alemanes a las normas españolas; este equipo pasa a tener unas 20 personas en 1995 y actualmente son cerca del centenar.

A principios de los noventa se instala a lo largo de 1.050 kilómetros de vía un sistema de mando automático continuo de trenes (Línea AVE de alta velocidad Madrid-Sevilla y Línea C-5 de Cercanías de Madrid) y más de 200 kilómetros con sistemas semicontinuos de protección automática de tren, así como su instalación en más de 150 trenes.

En los últimos seis años de Alcatel España, la División de Automatización del Transporte ha desarrollado e instalado hasta la fecha más de 80 Enclavamientos Electrónicos, más de 100 Pasos a Nivel automáticos y más de 1.000 kilómetros de CTC, aparte de numerosos elementos de vía (accionamientos de aguja, contadores electrónicos de ejes, etc.).

En el año 2004 y dentro de este centro de excelencia se dedicaron 7 millones de euros a la I+D, estando en este momento exportando tecnología a otros países además de instalándola en España como se puede ver en el cuadro 25.1.

#### Cuadro 25.1. **Referencias de Alcatel en el mundo de las comunicaciones y señalización ferroviaria**

- Primer sistema en el mundo completamente automático, sin conductor (Skytrain de Vancouver en 1986)
- Primer sistema automático sin conductor basado en transmisión por radio (Monorail de Las Vegas, en 2004)
- Sistema de bloqueo móvil para el Metro de San Francisco con una frecuencia de 48 trenes por hora
- El primer sistema de bloqueo móvil en China continental (Metro de Wuhan)
- Ganador de la primera línea a reseñalizar en la RATP de París (Línea 13 con sistema basado en transmisión por radio)
- Socio del Metro de Nueva York para su programa de interoperabilidad
- Número 1 en el mundo en Contadores Electrónicos con ejes con más de 30.000 instalaciones

## Cuadro 25.2. Referencias pioneras para los Ferrocarriles de España

- Año 1980: 1er Sistema de Mando Automático Continuo de Trenes para gran densidad de tráfico. Instalación prototipo (Atocha-Chamartín-Pinar de las Rozas, Renfe).
- Año 1982: 1er Sistema de detección de caída de objetos a la vía (Línea Castejón-Bilbao, Renfe).
- Año 1985: 1er Sistema de Clasificación Automática de vagones por ordenador (Córdoba Mercancías, Renfe).
- Año 1991: 1er Enclavamiento Electrónico (Barcelona Término, Renfe).
- Año 1992: 1er Sistema integrado de Señalización, Telecomunicación, Control de Tráfico y Mando Automático de Trenes (Línea de Alta Velocidad Madrid-Sevilla, Renfe).
- Año 2003: Primeros Accionamientos Electrohidráulicos de aguja de nueva generación (en traviesa «cajón») para líneas de Alta Velocidad (línea de alta velocidad Madrid-Barcelona, GIF).
- Alcatel España ha ganado los contratos de Señalización (con ETCS Niveles 1 y 2) y de telecomunicaciones fijas de todas las Líneas de Alta Velocidad actualmente en ejecución en España:
  - Lérida-Barcelona (171 km)
  - Segovia-Valladolid (90 km)
  - La Sagra-Toledo (24 km)
  - Córdoba-Málaga (155 km)

## DS2 LA EMPRESA DE TECNOLOGÍA ESPAÑOLA DE PLC

En este apartado queremos recoger brevemente las aportaciones de un grupo de empresas españolas que han sido capaces de desarrollar una tecnología que en este momento se está usando en diferentes partes del mundo para dar acceso de banda ancha a hogares usando la red eléctrica en lugar de las redes de telefonía o la radio.

**PLC** (*Power Line Communications, Comunicaciones por línea eléctrica*), también denominada BPL (*Broadband over Power Lines, Banda ancha sobre línea eléctrica*) es una tecnología basada en la transmisión de datos utilizando como infraestructura la red de distribución de electricidad. Esto implica la capacidad de ofrecer, mediante este medio, cualquier servicio basado en IP, como podría ser la telefonía IP, la conexión a Internet, la videoconferencia, la distribución de vídeo, conexión de datos de alta velocidad, etc.

Hay dos tipos principales de Power Line Communications:

- PLOC (*Power Line Outdoors Telecoms* o comunicaciones extrahogareñas utilizando la red eléctrica). Esto es, la comunicación entre la subestación eléctrica y la red doméstica (electro-módem). El estándar es ETSI.

*Usando un Módem PLC cada enchufe eléctrico de la casa es un punto de acceso que permite la transmisión simultánea de voz y datos, y además permite seguir prestando el suministro eléctrico sin ningún problema*

---

- PLIC (*Power Line Indoors Telecoms* o comunicaciones intrahogareñas utilizando la red eléctrica). Esto es, utilizando la red eléctrica interior de la casa para establecer comunicaciones internas. Un ejemplo: PLIC es una de las vías utilizadas en demótica que se suele utilizar también en la comunicación vía radio).

El concepto técnico es sencillo, desde la estación de transformación hasta el usuario final se utiliza la red eléctrica y a partir de la estación de transformación se conecta con la red de telecomunicaciones convencional. Esto supone que se podrá tener acceso a Internet en cualquier punto de la geografía donde llegue la red eléctrica, no siendo necesario acceso a la red telefónica, lo que posibilita el acceso a Internet en puntos donde la red telefónica no llega.

La señal utilizada para transmitir datos a través de la red eléctrica suele ser de 1,6 a 30 MHz, la cual es muy diferente de la frecuencia de la red eléctrica convencional (50 Hz-60 Hz, según el país); esto supone que la posibilidad de interferencias entre ambas señales es prácticamente nula.

Mediante esta tecnología de banda ancha y con velocidades de transmisión de hasta 200 megabits en los tramos de Tensión Media y Baja se puede crear una conexión de datos permanentes vía un proceso de instalación sencillo y rápido para el cliente final aunque por el contrario muy personalizado para cada caso. A partir de ese momento y usando un Módem PLC cada enchufe eléctrico de la casa es un punto de acceso que permite la transmisión simultánea de voz y datos, y además permite seguir prestando el suministro eléctrico sin ningún problema.

Para acceder a este servicio es necesario un módem especial PLC por cada conexión particular doméstica o empresa. Este módem, que es el único aparato del que se tendrá que preocupar el usuario, se conecta con un equipo denominado «repetidor» situado en el cuarto de contadores del edificio o manzana. Este último equipo puede atender hasta 256 módems.

La arquitectura de una red PLC consta de dos sistemas formados por tres elementos:

El primer sistema, denominado de Acceso, cubre el tramo de lo que en telecomunicaciones se conoce como «última milla», y que para el caso de la red PLC comprende la red eléctrica que va desde el lado de baja tensión del transformador de distribución hasta el medidor de la energía eléctrica. Este primer sistema es administrado por un equipo cabecera (primer elemento de la red PLC) que conecta a esta red con la de transporte de telecomunicaciones. De esta manera,

este equipo cabecera inyecta a la red eléctrica la señal de datos que proviene de la red de transporte.

El segundo sistema cubre el tramo que va desde el contador del usuario hasta todas las tomas de corriente o enchufes ubicados en el interior de los hogares. Para ello, este sistema utiliza como medio de transmisión el cableado eléctrico interno.

Para comunicar estos dos sistemas se utiliza un equipo repetidor, segundo elemento de la red PLC. Este equipo, que normalmente se instala en el entorno del contador de energía eléctrica, está compuesto por un módem Terminal y equipo cabecera.

El tercer y último elemento de la red PLC lo constituye el módem Terminal o módem cliente, que recoge la señal directamente de la red eléctrica a través del enchufe de energía eléctrica. De esta manera tanto la energía eléctrica como las señales de datos que permiten la transmisión de información comparten el mismo medio de transmisión, es decir, el conductor eléctrico.

Fundada en 1998 en Paterna, Valencia, por Jorge Blasco, la compañía *Design of Systems on Silicon SA* (DS2) es en este momento la compañía líder en el suministro de los chips y del software que es necesario para la implantación de PLC y ha sido la primera compañía a nivel mundial capaz de desarrollar y entregar al mercado chipsets de bajo coste con velocidades de más de 200 megabits. Tanto Endesa como Iducho son accionistas de dicha compañía.

La compañía emplea a más de 100 personas altamente cualificadas y está en un proceso continuo de inversión para mejorar sus chipsets así como desarrollar alianzas estratégicas con fabricantes de módems PLC que le permitan estar a la cabeza de este mercado altamente competitivo y está fabricando alrededor de 800.000 chips de más de 200 Megabits por año.

Dos grupos industriales muy poderosos, la UPA (*Universal Powerline Association*) y el consorcio OPERA (*Open PLC European Research Alliance*) han adoptado la tecnología de DS2 como soporte a un producto certificado multivendedor.

Utilizando datos de un informe de Autel (Asociación Española de Usuarios de Telecomunicaciones) de finales de 2003 había sistemas comerciales implantados en: Alemania, utilizando tecnología de Mainset y Ascom, tres operadores en Mainheim y Ellwagen tenían 300 clientes en total. Austria con las mismas tecnologías, dos operadores en Linz y el Tirol tenían 1.100 usuarios en total, en Suiza un operador con tecnología Ascom tenía en Ginebra 100 clientes. Suecia, un operador en Gotland con tecnología Mainset tenía 500 clientes. En España, Endesa e Iberdrola con tecnología DS2, entre Zaragoza, Madrid y Puerto Real tenían más de 3.000 clientes.

Además de lo anterior había las siguientes pruebas piloto: España, Unión FENOSA con 50 usuarios en Guadalajara utilizando tecnologías DS2 y Mainset. Italia, la compañía ENEL, con 200 usuarios en Grosseto utilizando tecnologías DS2, Ascom y Mainset. Portugal, la compañía EDP tenía 300 usuarios en Lisboa con tec-



*Con Indra se culminaba un gran proceso que había empezado en 1986 y que supuso más de seis fusiones en seis años, numerosas compraventas, así como la creación de nuevas empresas, participación en más de 30 compañías en las que se gestionan más de 35 actividades diferenciadas ubicadas en más de 18 centros de trabajo diferentes*

---

nología DS2. Holanda, la compañía Nuño tenía 250 usuarios en varias ciudades con tecnología Mainset. Y por último Francia, donde la compañía EDF tenía 40 usuarios en Estrasburgo con tecnologías DS2, Mainset y Ascom.

## **INDRA COMO FOCO DE LA TECNOLOGÍA SOFTWARE APLICADA A LAS TELECOMUNICACIONES**

No podríamos acabar este repaso de algunos centros de desarrollo de las telecomunicaciones sin hacer referencia a la compañía Indra, principal grupo empresarial español en el suministro de productos y soluciones para sistemas de gestión y control basados en tecnologías de la información (electrónica, informática y comunicaciones). Presidida por Javier Monzón desde que a principios de los noventa naciera como ahora la conocemos, vía la fusión de Inisel y Ceselsa, y que ha logrado convertirla en uno de los principales referentes de su sector a nivel europeo.

### **Orígenes**

Es a comienzos del siglo pasado cuando se funda en Aranjuez en 1921 una empresa modesta que se llamó Experiencias Industriales (véase capítulo 17) y que en el devenir de los años sería el origen de lo que hoy se llama Indra. Para andar ese camino hubo que pasar por el entonces Instituto Nacional de Industria (INI), por fusiones parciales como la de Entel y Eria, fusión a la española tutelada por el INI en 1988 y que dio como resultado, en los comienzos de los noventa, la principal empresa española de software y servicios informáticos. Así se creó Eritel con un accionariado dividido entre el INI, 51%, Telefónica el 39% y el resto entre un grupo dispar de entidades financieras.

Eritel pasaría a consolidarse como una de las principales filiales de Indra, nacida en 1992 fruto de la fusión del grupo electrónico del INI y el fabricante de electrónica Ceselsa, y así se creó el gran grupo español de tecnologías de información, defensa y espacio.

Con Indra se culminaba un gran proceso que había empezado en 1986 y que supuso más de seis fusiones en seis años, numerosas compraventas, así como la creación de nuevas empresas, participación en más de 30 compañías en las que se gestionan más de 35 actividades diferenciadas ubicadas en más de 18 centros de trabajo diferentes.

Para dar una idea, en 1993 Indra agrupaba un total de dieciséis compañías estructuradas en cuatro grandes áreas de negocio:

1. Consultoría y Servicios Informáticos, con las empresas Eritel y Central Informática
2. Automatización, Control y Comunicaciones, con las empresas Disel, Ensa y Tesis
3. Defensa y tecnologías Duales con las empresas Ceselsa, Enosa, Gyconsa, Elt, Saes, Sainsel, Aisa, Giravions Dorand Industries y Aeronautical Systems Designers Ltd (ASDL)
4. Espacio con Inisel Espacio

Fue a partir de 1996, después de una dolorosa pero efectiva cirugía, cuando se consolidó Indra y se empezó a usar un logo, una marca y una única cultura corporativa.

En 1999, Indra salió a Bolsa y en estos momentos es la tercera empresa europea del sector en capitalización bursátil.

El nombre, Indra, se eligió para evitar cualquier referencia a una actividad operativa; en aquel momento fue un nombre único y nuevo, corto, sonoro y con impacto. Viene del nombre de un dios de la India que, según los textos védicos, se asoció a menudo a otros dioses para lograr objetivos concretos. Su elección se hizo por una leyenda que hay asociada a este dios y que dice que Indra es un dios guerrero que entabla victoriosos combates con los demonios. Es también el dios que los guerreros invocan en sus batallas y sus principales atributos son el rayo (su arma invencible), el hacha y el colmillo de elefante. A veces se le representa con el cuerpo cubierto de mil ojos y montado sobre un elefante llamado «Airvata».

Aunque había analogías entre sus atributos (señor del cielo, del rayo, el viento y las tormentas) y algunos de los segmentos de actividad del grupo: Defensa, Espacio, Medioambiente, etc., fue el siguiente fragmento de la leyenda el que decidió el nombre: «En el cielo del dios Indra hay una red de perlas colocadas de tal modo que si uno mira a una de ellas ve a todas las demás reflejadas en Esta. Del mismo modo, cada objeto del mundo no es simplemente el mismo, sino que incluye todos los demás objetos y, de hecho, es todo lo demás».

## Actividades

Con una inversión en I+D+i de 77 millones de euros en 2004, lo que supuso casi un 10% más que en el anterior ejercicio, y con una plantilla de 6.516 personas, la mayor parte de ella ubicada en la Comunidad de Madrid, ocupando los casi 100.000 metros cuadrados que dispone en los edificios de Alcobendas, Madrid, Aranjuez, Torrejón de Ardoz y San Fernando de Henares, el gigante español de la integración y las soluciones tiene presencia en Barcelona, Bilbao, Sevilla, Valencia, Bada-

joz y Málaga a nivel nacional y en Brasil, Argentina, Chile, China, Portugal, Italia y Estados Unidos a nivel mundial.

Su volumen de actividad ha variado desde los 270 millones de euros que vendía en 1992 (de ellos el 15% en el mercado internacional), con unas pérdidas cercanas a los 100 millones de euros, hasta unas ventas de 1.079 millones de euros en 2004 (de ellas el 24% en el resto de Europa) con un beneficio de 85 millones de euros.

La actividad de Indra está basada en el valor añadido de las soluciones y organizada en tres grandes áreas: Tecnologías de la Información, Simulación y sistemas automáticos de mantenimiento y equipos electrónicos de defensa.

Dentro del primer grupo destacamos por su mayor afinidad a las telecomunicaciones, las soluciones y los servicios a convertir la información en valor, las soluciones para aportar valor a las redes de transporte y las soluciones para aportar valor a los operadores de telecomunicaciones y las *utilities*.

Indra es suministrador preferente de los operadores del mercado de las telecomunicaciones en lo que se refiere a los Sistemas de Soporte de la Operación, Sistemas de Soporte de Negocios, Servicios de valor añadido, Infraestructuras de red GSM, y entre sus clientes más importantes están: VIVO en Chile y Brasil, Auna, Telefónica de España, Telefónica Móviles en España y Latinoamérica, Uni2, Vodafone, France Télécom, Estalkel, Albura e Hispasat.

Ha finalizado el desarrollo e instalación en varios buques de pasajeros de un terminal de comunicaciones vía satélite. Se trata de una iniciativa que permite ofrecer servicios de telefonía móvil más allá de las franjas costeras cubiertas por los equipos tradicionales. Gracias a este proyecto tecnológico se podrá disponer, además de telefonía móvil, de nuevos servicios como el acceso a Internet y al correo electrónico mediante la utilización de protocolos más avanzados.

En colaboración con Telefónica y para facilitar la gestión corporativa se desarrollaron «nuevos modelos de relación», lo que concluyó con el desarrollo de la primera versión del producto Instant Force (una plataforma para el desarrollo de sistemas de gestión de fuerzas de trabajo móviles). Este producto, fruto de la estrecha colaboración con Telefónica I+D, ha sido comercializado.

Colaboración con Telefónica I+D en el desarrollo de los grandes sistemas de gestión: ARCO, ATLAS, SIGIR, etc.

## CONCLUSIONES

A modo de resumen vayan algunas cifras. Como consecuencia de la actividad descrita en el mundo de las telecomunicaciones han sido creadas muchas empresas nuevas, se han diseñado y puesto en la planta de operadores un sinnúmero de nuevos productos y a modo de ejemplo podemos decir que de uno solo de ellos, el popular Ibermic de Telettra, en este momento hay en la planta de Telefónica más de 200.000 unidades de terminación de red (básica y SHDSL) y más de 8.000 equi-

*Se debe destacar el papel de catalizador de los procesos de generación de tecnología que ha jugado Telefónica I+D, siendo el pivote sobre el que se han abierto todas las puertas vía su colaboración con todos los centros de desarrollo y generación de tecnología de los proveedores de productos en este país*

---

pos en la red incluyendo el gestor nacional y que han supuesto un volumen de ventas para sus creadores en un solo cliente de cientos de millones de euros.

Centrándonos en otro de los desarrollos estrella en el que participaron Ingenieros tanto de Standard Eléctrica como de Telefónica, el sistema 12 de conmutación digital, del cual en España y para todos los operadores las ventas están en el orden de los miles de millones de euros.

Estas cifras dan una idea de la riqueza creada cuando se invierte en tecnología, aunque la tendencia actual sea el llevarse la tecnología a países de bajo coste.

Pocas compañías de raíz multinacional han sido capaces de mantener un arraigo tan pronunciado en el entramado económico, social y tecnológico como Alcatel y, anteriormente ITT, en España. Su historia de contribución al país y al desarrollo de las comunicaciones la han situado siempre en primera línea en gran parte de los campos del que hacer empresarial, uno de cuyos ejemplos claros lo constituye a través de los datos anteriores la dedicación constante de fondos a la investigación y desarrollo a lo largo de toda su historia en el país y principalmente durante sus procesos de reconversión industrial.

Hoy en España, 2 de cada 3 usuarios de ADSL, 2 de cada 3 bits transmitidos, 1 de cada 2 km de fibra óptica, 1 de cada 2 teléfonos, 1 de cada 4 teléfonos móviles, la seguridad de 1 de cada 3 km de las líneas ferroviarias, la comunicación a través de sistemas espaciales diseñados en España son posibles gracias a los equipos y sistemas de Alcatel a los cuales el Centro de Investigación ha dedicado sus mejores esfuerzos.

Se debe destacar el papel de catalizador de los procesos de generación de tecnología que ha jugado Telefónica I+D, siendo el pivote sobre el que se han abierto todas las puertas vía su colaboración con todos los centros de desarrollo y generación de tecnología de los proveedores de productos en este país.

España tiene un reto que superar urgentemente para estar en el núcleo de países importantes de la UE en los próximos veinte años. Si logra crear un clima social favorable a la innovación que consiga incrementar la inversión en I+D del sector privado, mantener presupuestos crecientes en I+D durante períodos prolongados de tiempo (lo que obligará a amplios acuerdos políticos y sociales), estimular las reformas en el sistema público que garanticen la flexibilidad y la incorporación estable de investigadores, promover mayor financiación a alianzas y proyectos cooperativos entre universidades y empresas y lograr coordinar mejor

las actuaciones de la Administración General del Estado con las Comunidades Autónomas, estoy seguro de que tendremos éxito. Es nuestra oportunidad.

En el tema de la colaboración Universidad-Empresa se ha recorrido mucho camino. Es cierto que todavía subsisten, sobre todo en sectores empresariales o universitarios sin experiencia previa, los tópicos de la enorme dificultad. No es esa mi percepción, ni los datos lo justifican.

En estos momentos se dispone de instrumentos adecuados para dar un salto cualitativo. El que nos permite pasar de una colaboración basada en contratos de investigación (subcontrataciones, de hecho) a una cooperación estable a largo plazo basada en la necesidad y deseo de compartir conocimiento.

En la historia de la I+D en comunicaciones es necesario mencionar, sobre todo en la década de los noventa, el papel crucial que los programas de la Agencia Espacial Europea jugaron en la puesta en escena de nuestro sector industrial a nivel internacional. Con una gestión ágil, aunque restrictiva, a nivel nacional y una evaluación, financiación y seguimiento excelentes, la participación en sus proyectos significó y significa un nivel de excelencia para sus participantes y la pertenencia a un club de reconocido prestigio. El único lamento es lo restrictivo que resulta el ser miembro. En cualquier caso la ESA pone sobre el papel lo adecuado del modelo agencia para la gestión de la I+D. La financiación de la I+D, privada o pública, por la vía de la subvención aun en el caso europeo no facilita la innovación industrial. Aun con niveles de subvención iguales al 50% ésta actúa, como no podía ser de otro modo, sobre los costes incurridos y no sobre el valor de lo desarrollado, además de fomentar criterios de políticas más distributivas que de excelencia. Es claro que la gestión de la I+D acabará en manos de agencias gubernamentales que, sin duda, diferirán muy poco de los modos de proceder de la ESA, pero esta historia acabará sin este cambio y con todas las acciones enmarcadas en la subvención.



# BIBLIOGRAFÍA

Además de las referencias citadas en el texto se han utilizado las publicaciones siguientes:

## Memorias e Informes

Memoria anual de la Compañía Telefónica Nacional de España (años 1926 a 1978)

Memoria anual de Telefónica (años 1983 a 2004)

Memoria de los Servicios de Telecomunicación, DGCyT (años 1954 a 1990)

Memoria de Standard Eléctrica (años 1927 a 1970)

Empresa Torres Quevedo SA. Resumen de actividades. Primer decenio 1944-1954.

Memorias del Instituto Nacional de Industria (1954-1970). (Incluyen las correspondientes a la Compañía Internacional de Radio Española, de Transradio Española, de la Empresa Nacional Torres Quevedo y de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones)

Informe sobre las Jornadas Nacionales de Electrónica, Aniel (junio 1975)

Informe del sector electrónico, de Aniel (años 1978 a 1995)

VII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas. «La Electricidad y la Telegrafía en la época de Humboldt». José M<sup>a</sup> Romeo y Rafael Romero. Pontevedra, 1999

Informe del sector electrónico y de Telecomunicaciones, de Aniel (años 1996 a 2004)

Informe del sector de Tecnologías de la Información, de AETIC (año 2005)

Informe anual de la CMT (años 1998 a 2004)

Actas de las sesiones plenarias del Consejo Asesor de Telecomunicaciones (años 1991 a 2001)

## Revistas y Boletines

Revista de Telégrafos (años 1861 a 1892)

La Ilustración Española y Americana (1886-1901)

Estadísticas Telegráficas y Telefónicas (1895-1934). DG de Correos y Telégrafos  
La Reforma (año 1906)  
El Telegrafista/Electra (1891-1923)  
Boletín Oficial de Telégrafos (1908-1924)  
El Telegrafista Español (años 1893, 1907 y 1908-1918)  
Diario Oficial (1900-1937). DG de Correos y Telégrafos  
La Energía Eléctrica (1904-1928)  
La Electricidad (años 1908 y 1909)  
El Electricista (1910-1930)  
El Telégrafo Español (años 1917 a 1923)  
Comunicaciones Eléctricas (1922-2000)  
Boletín Oficial de Comunicaciones (1924-1938)  
Revista Telefónica Española (1925-1931)  
Artículos de Juan de Salas: «Las Telecomunicaciones en la zona del protectorado español en Marruecos» (Revista de Telecomunicación) e «Historia del servicio telegráfico en Valencia» (Revista Telefónica Española, 1928)  
Revista de Telecomunicación (1945-1980)  
BIT (Boletín Informativo de Telecomunicación), órgano de la AEIT y del COIT (años 1978 a 2006)  
Electrónica Hoy (años 1986 a 1991)  
Antena de Telecomunicación, órgano de la AEITT (varios números)  
Actualidad Electrónica (años 1981 a 1988)

## Libros

La cuestión de los teléfonos. Las ocurrencias. Imprenta de Enrique Rubiños, 1886  
Situación de derecho en virtud de un Contrato con el Estado. Situación de hecho por la obra realizada. CTNE, 1933  
Pequeña Historia de las Telecomunicaciones españolas, 1855-1955. Tomo I (mecanografiado). Estanislao Rodríguez Maroto  
Historia de la Radiodifusión Española. Los primeros años. Luis Ezcurra, 1974  
El Sector Electrónico Español. C. Cavallé. Ediciones Universidad de Navarra, 1976  
Repertorio de empresas del Sector Electrónico. Aniel, 1982  
150 experiencias de Empresas Innovadoras en España. APD. Florencio Ornia, Bernardino Herrero, 1983  
El Plan Electrónico e Informático Nacional (PEIN I) Miner, 1984  
El Plan Electrónico e Informático Nacional (PEIN II), Miner, 1988  
La Red Pública de Datos de España (Iberpac), Teleinformática y Redes de Computadores. Mariano Medina. Marcombo, 1989  
La Crisis de las Telecomunicaciones. Diego López Garrido. Fundesco, 1989  
Historia de la Telegrafía Óptica en España. S Olivé Roig. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1990



Historia de las Telecomunicaciones (Exposición Histórica de las Telecomunicaciones. Eurotelecom 1990). José M<sup>a</sup> Romeo. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1990

Las Telecomunicaciones en la década de los 90. Jesús Banegas. Universidad Internacional Menéndez Pelayo, 1991

TESYS. Telefónica Investigación y Desarrollo, 1991

Telettra España SA (1966-1991), 25 años, 1992

Las comunicaciones en la construcción del Estado Contemporáneo en España, 1700-1936. Luis E. Otero, Ángel Bahamonde, Gaspar Martínez Lorente. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1993

La Liberalización de las Telecomunicaciones en España. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1993

La Radio en España, 1923-1993. Lorenzo Díaz. Alianza Editorial, 1993

Radio. Historia y Técnica. Juan Juliá Enrich. Marcombo, 1993

Colección Histórico-Artística de Telefónica. Rafael Romero. Fundación Arte y Tecnología Telefónica. Editorial Siruela, 1994

La Televisión en España, 1949-1995. Lorenzo Díaz. Alianza Editorial, 1994

El marco legal de las Telecomunicaciones en España. Desde sus orígenes hasta la entrada en vigor de la Unión Europea el 1 de noviembre de 1993. César Rico, Bruno Soria, Mariano Fernández Alarcón. Autel, 1994

70 años a la vanguardia en la fabricación de cables, 1927-1997. Alcatel Cable Ibérica SL, 1997.

España en la Sociedad de la Información. COIT, 1996

Diarios 1932-1933. Manuel Azaña. Editorial Crítica, 1997

Los Orígenes de la Radiodifusión Exterior en España. Francisco J. Montes. Editorial Complutense, 1997

25 años de la Transmisión de Datos. Fundesco. Telefónica Transmisión de Datos, 1998

Alcatel España, 75 aniversario de Comunicaciones Eléctricas, 1998

La telefonía en Guipúzcoa: un modelo original. M<sup>a</sup> Luisa Ibisate. Kutxa Fundazioa Donostia, 1998

Telecomunicaciones del Siglo xx (publicado en el suplemento «El Diario del Siglo XX» de El Mundo). Fundación Telefónica, 1999

Cronología de la liberalización de las Telecomunicaciones (1987-1998). Contribución de Autel al proceso. César Rico, 1999

«1924-1999 Setenta y cinco años». Telefónica, 1999.

Alcatel Telecom Research Division. Strategic Plan 1997-2000

Cibermillonarios. La burbuja de Internet en España. Nuria Almirón. Planeta, 2000

Tesis doctoral. Andreu Vea Baró, 2002

La galaxia Internet. Manuel Castells. Plaza & Janés, 2002

Las Telecomunicaciones en España del Telégrafo Óptico a la Sociedad de la Información. A Bahamonde, G Martínez Lorente, Luis E Otero. MCyT, 2002

Burbuja.es. Auge y caída de las empresas de Internet en España. Miguel Ángel Patiño. La Esfera de los Libros, 2003

Redes de acceso de Banda Ancha. Julio Colmenarejo. MITyC, 2003

Infraestructuras y Servicios Avanzados de las Telecomunicaciones en España. COIT, 2004.

Métrica de la Sociedad de la Información. Sedisi. MITyC, 2004

La Nueva Economía Española. Jesús Banegas

El régimen jurídico de los medios audiovisuales en España. Isabel Fernández Alonso. Instituto de la Comunicación (Universidad Autónoma de Barcelona), 2005

DigiWorld 2005. Fundación IDATE, 2005

Retratos de Liderazgo. Claves de éxito de 25 líderes españoles. Manuel Márquez Dorch, Jorge Barbat Hernández, 2005

### **Páginas web**

Gazeta Histórica (BOE de 1875 a 1967): [http://www.boe.es/g/es/bases\\_datos/gazeta.php](http://www.boe.es/g/es/bases_datos/gazeta.php)

Boletín Oficial del Estado: <http://boe.es/g/es/>

Legislación: <http://mityc.es/Telecomunicaciones/Servicios/Legislación>

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio: <http://www.mityc.es/Telecomunicaciones>

Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones: <http://www.cmt.es>

Entidad pública empresarial Red.es: <http://www.red.es>

Memorias anuales de Telefónica, desde su fundación: <http://www.informeanual.telefonica.es/esp/index.jsp?co=es>

Hispasat: <http://www.hispasat.com>

ONO (Auna): <http://www.ono.es>

Asociación de usuarios de Internet (AUI): <http://aui.es>

Asociación de Internautas: <http://internautas.org>

Cronología de Internet de Hobbes. <http://ibarroloza.com.ar/zakon/hit.html>

Una breve historia de Internet: <http://www.ati.es/DOCS/internet/histint/>



