

**El saber tecnológico en la política industrial del primer franquismo.**

**I**

**Santiago Manuel López García**

B 39.343

T 941 (E)

# **El saber tecnológico en la política industrial del primer franquismo.**

Santiago Manuel López García

Tesis Doctoral

Dirigida por: Mikel Buesa Blanco

Departamento de Estructura Económica y Economía Industrial  
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense de  
Madrid.

Salamanca, febrero de 1994.



## INDICE

ABREVIATURAS.....	7
AGRADECIMIENTOS.....	9
INTRODUCCION.....	11
CAPITULO 1. CAMBIO TECNOLOGICO Y CRECIMIENTO ECONOMICO.....	20
1.1 Una propuesta de interpretación: trayectorias, paradigmas y fenómenos de acumulación.....	32
1.2 Trayectoria tecnológica, niveles de acercamiento tecnológico y mecanismo de selección (aprendizaje).....	40
CAPITULO 2. INSTITUCIONES OFICIALES DE INVESTIGACION CIENTIFICA APLICADA ANTES DE LA GUERRA CIVIL.....	68
2.1 Los orígenes de la institucionalización de la investigación aplicada en España (1907-1931).....	70
2.1.1. Los institutos de investigación científica aplicada antes de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas.....	77
2.2 La Junta para Ampliación de Estudios y la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas.....	84
2.2.1 Los institutos de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (1933-1936).....	88
CAPITULO 3. LA POLITICA ECONOMICA Y LA REORGANIZACION DE LA POLITICA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA EN EL PRIMER FRANQUISMO.....	108
3.1 La política económica del primer franquismo.....	108
3.1.1 La economía política del franquismo: entre la autarquía y la sustitución de importaciones (1939 - 1959).....	112
3.1.2 El proyecto de industrialización liderado por Suanzes 1938-1963.....	136
3.2 Los primeros años del Patronato "Juan de la Cierva" (1940-1945).....	157
3.2.1 Herencia y novedad del Patronato "Juan de la Cierva".....	159
3.2.2 Las trayectorias y los paradigmas tecnológicos del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1940 y 1945.....	165
3.3 La organización de la política científica y tecnológica desde 1946 hasta 1957.....	176
3.3.1 La institucionalización de la investigación aplicada en la segunda mitad de los años cuarenta: sus protagonistas.....	176
3.3.2 La reorganización del Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1950).....	184
3.3.3 El desarrollo institucional del Patronato "Juan de la Cierva" en los años cincuenta.....	196
CAPITULO 4. LA ECONOMIA DEL PATRONATO "JUAN DE LA CIERVA".....	201
4.1 La financiación del Patronato "Juan de la Cierva".....	201

4.1.1 Las bases de la financiación del Patronato "Juan de la Cierva" hasta 1960.....	203
4.1.2 Las exacciones o aportaciones de la industria (1948-1970).....	224
4.1.3 Los "donativos" de las empresas.....	236
4.2 Los gastos efectuados entre 1948 y 1958.....	240
4.3 El personal del PJC.....	249
4.4 Las relaciones del Patronato "Juan de la Cierva" con la industria.....	260
4.4.1 La desigualdad en las relaciones con la industria privada y la pública.....	260
4.4.2 Las relaciones con el Instituto Nacional de Industria.....	265
CAPITULO 5. EL PROCESO DE ACERCAMIENTO TECNOLÓGICO EN EL PATRONATO "JUAN DE LA CIERVA".....	297
5.1 Una aproximación a la producción de tecnología en el Patronato "Juan de la Cierva": los logros industrializables.....	397
5.2 Los procesos de acercamiento tecnológico en el Patronato "Juan de la Cierva" entre 1946 y 1953.....	301
5.2.1 La evolución de la actividad del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1946 y 1953.....	302
5.2.2 El análisis de los niveles de complejidad tecnológica como método para mostrar los procesos de acercamiento tecnológico.....	308
5.3 Un caso particular: el Instituto de Electricidad y Automática.....	321
5.3.1. Los circuitos biestables ferromagnéticos.....	327
5.3.2. Dos proyectos de investigación: el Analizador Diferencial Electrónico (ADE) y la Unidad Aritmética Digital (UAD).....	332
5.3.3 El III Congreso Internacional de Automática (Madrid, 1958).....	336
CONCLUSIONES.....	338
APENDICES.....	347
Apéndice metodológico.....	348
Fuentes.....	360
Bases de datos.....	373
Apéndice estadístico.....	408
BIBLIOGRAFIA.....	433

¿Cómo cambia la tecnología? Del mismo modo que la ciencia o el arte, cambia gracias a la creatividad humana, ese extraño y misterioso fenómeno por el que un ser humano llega a una idea o una acción nunca lograda antes. Por supuesto, la creatividad tecnológica es diferente a la científica o artística. Suele ser más prosaica y, en su gestación, concurren características tan mundanas como la destreza o la codicia. Pero, como las artes y las ciencias, depende a veces de la inspiración, de la suerte, de la casualidad, del genio y de ese impulso inexplicable que lleva a las personas a lugares inexplorados. *Joel Mokyr.*

Lo primero que se debe decir acerca de la relación entre ciencia y tecnología en el siglo XX es que cualquier tipo de generalización casi con certeza estará equivocada. De hecho, el primer requerimiento es cambiar la forma de singular a plural: pensar en términos de *ciencias* y *tecnologías*. La diferencia en las naturalezas de estas relaciones es precisamente lo que hace necesario un enfoque histórico. Uno no puede tratar adecuadamente las relaciones entre dominios científicos y tecnológicos, a menos que descienda de lo abstracto a lo particular y contemple estas relaciones dentro del contexto histórico de las industrias específicas, las empresas y las disciplinas científicas. *Nathan Rosenberg.*

## ABREVIATURAS.

AEE:	Asociación Electrotécnica Española
BMI:	Battelle Memorial Institute
CAICYT:	Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica
CE Eólica:	Comisión de Energía Eólica
CE Frío:	Centro Experimental del Frío
CEL Béjar:	Centro de Estudios Laneros de Bejar
CETA:	Centro de Estudios Técnicos de la Automoción
CETE:	Centro de Estudios Técnicos de la Electricidad
CETME:	Centro de Estudios Técnicos de Material Espacial
CETO:	Centro de Estudios Técnicos de Obras
CI Documentación:	Centro de Información y Documentación
CI ENCASO:	Centro de Investigación de la Empresa Nacional "Calvo Sotelo" de Combustibles Líquidos y Lubricantes
CIV:	Centro de Investigaciones Vinícolas
CP:	Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato "Juan de la Cierva"
CSIC:	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
CTA:	Consejo Técnico Asesor del Patronato "Juan de la Cierva"
CTE:	Comisión Técnica Especializada (perteneciente al Patronato "Juan de la Cierva")
D Óptica:	Departamento de Óptica Técnica
D Plásticos:	Departamento de Plásticos
D Silicatos:	Departamento de Silicatos
DII Piritas:	División de Investigación Industrial de "Piritas Españolas S.A."
DQ Vegetal:	Departamento de Química Vegetal
DT:	Dirección Técnica del Instituto Nacional de Industria
ENOSA:	Empresa Nacional de Óptica S.A.
FNICER:	Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas
I Cajal:	Instituto Cajal
I Carbón:	Instituto del Carbón
IE Grasa:	Instituto Especial de la Grasa
IEIE:	Instituto de Estudios Internacionales y Económicos
I Forestal:	Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias
II Pesqueras:	Instituto de Investigaciones Pesqueras
IH Acero:	Instituto del Hierro y del Acero
IN Combustible:	Instituto Nacional del Combustible (antes de 1946 aparece como I. del Combustible)
IN Electrónica:	Instituto Nacional de Electrónica
IN Geofísica:	Instituto Nacional de Geofísica
INTA:	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
IIT Barcelona:	Instituto de Investigaciones Técnicas de Barcelona
ILT Quevedo:	Instituto "Leonardo Torres Quevedo" de Física Aplicada
INI:	Instituto Nacional de Industria
INR Trabajo:	Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo
ITC Edificación:	Instituto Técnico de la Construcción y la Edificación
IQA Oviedo:	Instituto de Química Aplicada de Oviedo
IQS:	Instituto Químico de Sarrià

I Soldadura:	Instituto de la Soldadura
JAE:	Junta para Ampliación de Estudios
JEN:	Junta de Energía Nuclear
JG:	Junta de Gobierno del Patronato "Juan de la Cierva"
LITIEMA:	Laboratorio y Taller de Investigaciones del Estado Mayor de la Armada
Laffón-Selgás:	Laboratorio de Investigaciones de Electro-Acústica "Laffón-Selgás"
LM Valencia:	Laboratorio de Metalografía de la Escuela de Peritos Industriales de Valencia
LQO Salamanca:	Laboratorio de Química Orgánica de la Universidad de Salamanca
LTQ:	Laboratorio "Torres Quevedo"
PJC:	Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica
S Fermentaciones:	Sección de Fermentaciones Industriales
S Matemático:	Seminario Matemático
T Subvencionados:	Trabajos Subvencionados

## AGRADECIMIENTOS.

Esta investigación ha podido ser escrita gracias al apoyo intelectual de un buen número de personas. Espero haber aprendido sus lecciones y que ello se refleje en la presente tesis. Quiero manifestar mi agradecimiento al Dr. Mikel Buesa, mi director, por su permanente disposición para criticar los borradores; al Dr. José Molero por la confianza y la atención que desde 1984 me ha dispensado; al Dr. José Luis García Delgado por la ilusión que me transmitió al leer mi trabajo de doctorado prelude de la presente tesis; al Dr. Antonio Gómez Mendoza por enseñarme a investigar, comprender y transmitir la información de los archivos; al Dr. José Manuel Sánchez Ron por introducirme en el mundo de los colegas de la historia de la ciencia, y por guiarme en las fuentes a través del Archivo de la Ciencia de la Universidad Autónoma de Madrid; al Dr. Antoni Roca por sus análisis y apreciaciones clarividentes; a los doctores Jordi Nadal y Albert Carreras porque me dieron los consejos justos en los momentos precisos; y por último, a los doctores Juan Velarde, Luigi Orsenigo, Giovanni Dosi, Renato Giannetti y Thomas F. Glick por su ayuda.

También deseo expresar mi gratitud a Miguel Carrera, Uli Hermes, Nuria Puig, Andrea Saba y Juan Carlos Jiménez por su esfuerzo desinteresado en favor de mi trabajo, que espero haya sabido transmitir.

Asimismo, quiero dejar constancia de las instituciones, y dentro de ellas a sus componentes, que me han apoyado, bien materialmente, bien institucionalmente: la Universidad Autónoma de Madrid, que me concedió la primera beca de investigación, el Departamento de Estructura Económica y Economía Industrial de la Universidad Complutense, del que dependió mi beca del Ministerio de Educación y Ciencia para la Formación del Personal Investigador, el Departamento de Historia e Instituciones

Económicas de la Universidad Complutense donde, ya como profesor, siempre he tenido el amparo académico para realizar la investigación, el Instituto Europeo de Florencia, la Fundación Empresa Pública, de la cual he recibido la aportación económica final, el CSIC, donde tengo que agradecer a los señores Vicente Larraga, Gustavo Monje, Marcelino García y Alfonso Ibáñez y a las señoras M<sup>a</sup> Luz Martínez Cano, Magdalena García, Pilar Alvarez, Concepción Alvarez, Emilia Amor y M<sup>a</sup> Luisa Martín, además del personal del Centro de Información y Documentación (CINDOC) las facilidades concedidas y el inestimable servicio que me han prestado, el INI, donde José M<sup>a</sup> Zárate y Santiago y Juan-Román Martín Díaz-Ambrona siempre han estado dispuestos a proporcionarme el acceso al Archivo Central, la revista *Pensamiento Iberoamericano* y por último a la Facultad de Ciencias Económicas y empresariales de la Universidad de Salamanca a la cual pertenezco en la actualidad.

## INTRODUCCION.

El presente trabajo es un estudio para el caso español y centrado en los años cuarenta y cincuenta del siglo XX, de las instituciones dedicadas a la investigación aplicada cuyos objetivos eran apoyar el desarrollo industrial. El propósito, por tanto, es analizar la importancia que tuvo el sistema de investigación científica aplicada con respecto al desarrollo industrial. Por tanto, en ningún momento se examina la tecnología como un componente de la actividad industrial.<sup>1</sup> La presente tesis sólo enuncia el saber tecnológico que se generó en las instituciones científicas. Las cuestiones que se estudian no son, qué maquinaria ni qué métodos eran los utilizados en las empresas, sino la gestación de los conocimientos precisos para copiar, reparar y mejorar dichos métodos y maquinaria.

Hace ya algún tiempo, M.J. González en su obra sobre la economía política del franquismo señaló:

La primera sucesión de cambios o variaciones importantes, sostengo, hay que ubicarla claramente en la década de 1950. La transformación tecnológica del decenio de 1960 hubiera sido inviable sin la primera ola industrializadora que aconteció en la década anterior. Basada en una generación de bienes de equipo de sencillo diseño y en la protección comercial intensa comportó la acumulación de capital humano y ensanchamiento del

---

<sup>1</sup> Como señala J. Sánchez Chóliz "por tecnología entendemos algo más amplio y global que la simple colección de técnicas." -Sánchez Chóliz (1990), p. 434. Véase también Vegara (1989), p. 16—. Aunque la Real Academia de la Lengua Española ha aceptado el término tecnología recientemente, este ya se empleaba al menos desde mediados del siglo XVIII, con el significado específico de "conjunto de los conocimientos propios de los oficios mecánicos y artes industriales." —Terreros (1765-83)—. A lo largo de la tesis se emplea con profusión la palabra tecnología haciendo referencia al conjunto formado por: los conocimientos a la vez prácticos y teóricos, el "saber hacer", los métodos, los procesos, las experiencias de éxito y de fracaso —todos ellos tanto de carácter científico aplicado como industriales— y además, y por supuesto, los mecanismos y la maquinaria. La tecnología puede presentarse incorporada en los mecanismos y la maquinaria, o desincorporada, como una particular pericia, como la experiencia acumulada en anteriores soluciones —o en los intentos para solventar problemas de carácter técnico— y, además, como las percepciones y los logros que ofrezca el estado de los conocimientos científicos y técnicos del momento —Dosi, 1984, p. 13 y ss.—. Por otra parte, el vocablo tecnólogo, aunque también figura en el *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*, no tiene un origen tan remoto como el de tecnología, pero ya se utilizaba a finales del siglo XIX: "La tecnología es la ciencia industrial, la que proporciona los medios para conseguir o ejecutar... Quiero llamar tecnólogo al que posee aquella ciencia." —Manjarrés (1877), p. 55—.

mercado suficiente para absorber una tecnología de importación más delicada en la década siguiente.<sup>2</sup>

Desgraciadamente, González no vuelve a retomar este argumento a lo largo de su libro.<sup>3</sup> Sin embargo, expuso un indicio interesante, cuando no inquietante. González venía a decir que las bases de la modernización económica española de los años sesenta estaban en los años cincuenta. Indiscutiblemente el fenómeno del acercamiento económico aconteció en los años sesenta, pero a su juicio el cambio tecnológico de los años cincuenta había sido importante. El camino para la comprobación estaba abierto, había que saber algo más de la realidad tecnológica de los años cincuenta, de la cual González sólo decía que se basaba en la utilización de bienes de equipo sencillos, y que había originado una acumulación de capital humano capaz de absorber la tecnología más "delicada" de los sesenta.

Esta primera impresión, poco definida, de González fue matizada por M. Buesa. Este autor se fijó únicamente en la asimilación de tecnología importada por la vía de los contratos de transferencia de tecnología, porque ello explica, al menos desde mediados de los años cincuenta, la mayor parte del cambio tecnológico. Pero como él mismo señaló la trascendencia de la tecnología nacional no se había investigado:

no hemos estudiado la generación de conocimientos científicos y técnicos —autónomos o adaptativos de tecnologías foráneas— realizados por las instituciones públicas que, desde las instancias gubernamentales, se crearon en el período, de acuerdo con algunas de las directrices emanadas de la legislación-marco de la política industrial, así como por las empresas privadas. Por ello, a falta de otros estudios monográficos sobre el tema, carecemos de evidencia suficiente para establecer conclusiones acerca de la contribución de los esfuerzos internos de investigación a la generación de innovaciones industriales que permitieran acortar el *gap* tecnológico.<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> González (1979), p. 117.

<sup>3</sup> Excepción hecha de la recapitulación que hace del capítulo respectivo entre las páginas 128 y 130 —González (1979)—.

<sup>4</sup> Buesa (1982), p. 417.

A partir de esta observación solo faltaba ponerse manos a la obra y estudiar la aportación de la tecnología nacional a la reducción del *gap* tecnológico.

Lo primero que se necesita para reconocer ese *gap* es un modelo económico que explique como se producen los fenómenos de acercamiento tecnológico, porque al fin y al cabo el objeto del estudio es un fenómeno de acercamiento tecnológico. Además, el modelo económico tiene que plantear:

1º - que existe una relación entre la investigación científica aplicada y el progreso tecnológico en la industria; y

2º - cómo funciona esa relación.

El modelo, que se explica en el capítulo primero, se basa en las teorías del cambio tecnológico ligadas a la teoría evolutiva del cambio económico.<sup>5</sup> Sin entrar en materia, si se debe adelantar que toda relación ciencia - industria se desarrolla entre dos coordenadas que delimitan el juego de la oferta y la demanda:

1ª - los agentes científicos "empujan para" que se lleven a cabo sus proyectos científicos y tecnológicos, y

2ª - los responsables industriales "tiran de" la ciencia para que ésta resuelva los problemas técnicos y tecnológicos de la industria.

Lo que se plantea al admitir la existencia de estas dos coordenadas es la polémica entre las teorías del cambio tecnológico, unas favorables a la explicación del mismo apoyándose en el "tirón de la demanda" como motor del proceso,<sup>6</sup> y otras más proclives a una explicación basada en el "empuje desde la tecnología", pero sin olvidar

---

<sup>5</sup> Nelson y Winter (1982).

<sup>6</sup> Uno de cuyos representantes fundamentales continúa siendo J. Schmookler.

los factores económicos, como las instituciones y la mayor o menor apertura de la economía<sup>7</sup>.

La seguida en este trabajo es la segunda, lo que motiva, como señala N. Rosenberg,<sup>8</sup> tener que demostrar tres principios, que serán tratados en el capítulo inicial:

a) La tecnología, en alguna medida progresa a lo largo de *sendas* en respuesta a fuerzas, debidas a las lógicas internas y a los diferentes grados de complejidad alcanzados por la tecnología. Su progreso no depende exclusivamente de la necesidades económicas.<sup>9</sup>

b) Estas *sendas* imponen constreñimientos y oportunidades que determinan la dirección y evolución del proceso de invención y desarrollo, y por consiguiente futuras ventajas económicas.

c) Los costes de este proceso varían en las diferentes disciplinas tecnológicas y en los distintos sectores industriales a los que están ligadas.

Una vez fijado el marco teórico, lo segundo que se precisa es ajustar la investigación a algún tipo de información. Como las estadísticas de investigación y desarrollo no existían en aquella época, las primeras surgen en los años sesenta, no queda más alternativa que una investigación de tipo microeconómico centrada en alguna o algunas instituciones relevantes. Como en los años cuarenta y cincuenta la investigación en tecnología se realizaba casi totalmente en las instituciones públicas,

---

<sup>7</sup> Al respecto de dicha polémica véase Rosenberg (1979a), pp. 285-299 y Dosi (1984), p. 7-13.

<sup>8</sup> Rosenberg (1979a), p. 290.

<sup>9</sup> En referencia a la falacia de la necesidad como motor de la diversidad de máquinas, artefactos y herramientas (conceptuales o no) véase Basalla (1991), pp. 13-40. De hecho, si se desea "explicar la sucesión histórica en la cual han sido satisfechas distintas categorías de necesidades *vía* el proceso inventivo, debemos prestar profunda atención a una especial variable de parte de la oferta: el creciente stock de conocimientos útiles." Rosenberg (1979a), p. 293.

el foco de atención se debe dirigir hacia las tres instituciones que representaban prácticamente el cien por cien de la investigación tecnológica pública: el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica (PJC), el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y la Junta de Energía Nuclear (JEN).

De las tres instituciones el Patronato era la más diversificada, y por tanto, la que tenía mayores conexiones con diferentes actividades industriales. Una vez fijada la institución objeto de investigación se han buscado sus orígenes, que se remontaban a 1932 con la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas. Consecuentemente, ha habido que estudiar el período de transición entre una y otra institución, incidiendo en particular sobre los acontecimientos de la purga y el exilio de finales de los años treinta y principios del siguiente decenio. Esta parte del trabajo es el capítulo segundo.

El Patronato estaba muy relacionado con el Instituto Nacional de Industria (INI), hasta el punto de que sus presidentes eran la misma persona: J.A. Suanzes. Desde esta perspectiva la elección del PJC ha redoblado el reto inicial, ya que se plantean dos cuestiones de difícil demostración: descubrir la identificación de los objetivos de una y otra institución, y demostrar que la generación interna de tecnología fue una variable importante de la política económica del primer franquismo —ambas cuestiones son analizadas en los capítulos tercero y cuarto de la presente tesis—.

Para hacer frente a estas dos cuestiones se ha partido de la siguiente hipótesis: la política industrial franquista de creación de empresas públicas estuvo conectada a las actuaciones de los agentes que realizaban la investigación científica de carácter tecnológico. Ahora bien, no debe olvidarse que todo avance en tecnología "no sólo debe ser congruente respecto a la tecnología que los circunda; también ha de ser compatible con la economía existente y con otras instituciones de la sociedad." Con el término *conectada* no deseo introducir la noción de determinismo tecnológico,

sin embargo, relegar la tecnología desde una posición de *"primum mobile"* en la historia a la de factor mediador, a la vez influenciado por el cuerpo de la sociedad e influyente sobre él, no equivale a denegar su influencia, sino tan sólo a especificar su modalidad de operación con mayor precisión.<sup>10</sup> El peligro al que está expuesta la hipótesis de partida es que sea interpretada radicalmente, como si en este ensayo se mantuviera que las fuerzas económicas no condicionan la dirección en la que se mueven los cambios tecnológicos<sup>11</sup>. Nada más lejos de mi intención. En el caso que nos ocupa al confirmarse la hipótesis, lo que se ha modificado es el grado de trascendencia conferido, hoy por hoy nulo, a las instituciones científicas en la configuración de los proyectos industriales públicos.

Dado que el punto de partida es relativamente novedoso, resulta razonable recoger una posición que sea plausible para la mayoría de los historiadores económicos especializados en la época. Esta asunción de mínimos es admitir que los responsables encargados de asignar recursos al desarrollo de nuevos productos y procesos dentro de la política industrial franquista, decidirían la asignación si conocían, o creían en, las posibilidades de algún tipo de oportunidades tecnológicas o científicas aún "sin explotar" —aunque no lo hubieran sido hasta el momento únicamente por motivos de rentabilidad económica—; si preveían la existencia de una demanda para esos productos y procesos —aunque la demanda estuviera en función de las necesidades de las empresas públicas—; y si esperaban obtener "beneficios" —en los que se incluirían el incremento de poder político— a pesar de incurrir en los costes que iban desde la investigación científica hasta la colocación del producto en el mercado<sup>12</sup>. Estos mínimos no representan aceptar que las fuerzas por parte de la

---

<sup>10</sup> Heilbroner (1972), p. 37, al igual que el entrecomillado anterior.

<sup>11</sup> Un peligro, por otra parte constante, en las obras que analizan tecnología y economía —Rosenberg (1979a), pp. 122 y 123 y DeGregori (1985)—.

<sup>12</sup> Aún sin ser los gestores públicos empresarios con fines de lucro es innegable que asignaron recursos a la investigación. Posiblemente lo hicieron bajo los supuestos planteados o bajo otros muy parecidos (con respecto a los supuestos teóricos de los empresarios ante la inversión en innovación véase Dosi (1988), p. 1120). *De no ser así se les estaría negando cualquier tipo de racionalidad en sus actuaciones, y por tanto no sería posible estudiar lo que sucedió. Esto no quiere decir que no se haya de tener presente la particular situación de la economía del Primer Franquismo, caracterizada por marchar al margen de la competencia exterior, con la consiguiente distorsión en las condiciones de los supuestos presentados.*

demanda determinan por sí solas la distribución de los recursos inventivos y sus perfeccionamientos. Pero aumentan la certeza en el sentido de que las fuerzas por el lado de la oferta ejercieron una influencia penetrante sobre las consecuencias reales de la utilización de los logros tecnológicos y sus mejoras. Como señala N. Rosenberg:

La explicación de la naturaleza y composición de la *producción* inventiva requiere por necesidad la comprensión del funcionamiento de las fuerzas por parte de la oferta. Estas fuerzas por parte de la oferta determinan que la producción sea del tipo asociado con el alquimista medieval o con el moderno metalúrgico científico.<sup>13</sup>

Incluso sin entrar en la discusión sobre la preeminencia de la demanda o la oferta, la importancia de la oferta nacional de tecnología aumentó necesariamente, al ser el sistema económico franquista cerrado, autárquico e intervencionista —al menos fue esto lo que ocurrió hasta 1953-1954—. Ahora bien, hay que tener presente que las apreciaciones sobre lo que estaba "sin explotar" y la demanda y los "beneficios" esperados no correspondían plenamente a las posibilidades económicas reales del país. Esto influía en el tipo de presión que el aparato productivo recibía a la hora de desarrollar bienes de equipo y productos.<sup>14</sup> Se partía de la idea de la "riqueza" natural de determinado recurso, que en condiciones de mercado abierto hubiera sido otra e incluso despreciable, para a continuación plantear los "beneficios" que se podían conseguir si se producía una máquina o producto que "revalorizase" aquella "riqueza". Las consecuencias eran positivas en grado muy relativo: la profundización en unas líneas de investigación de segundo orden internacional, la obsesión por sacarles a las actividades agrícolas e industriales más rentables, aún mayores rendimientos a través del aprovechamiento exhaustivo de los residuos y la acumulación de conocimientos y capital humano en un sentido determinado y en contra de la tradición anterior a la guerra civil.

---

<sup>13</sup> Rosenberg (1979a), p. 299.

<sup>14</sup> Con respecto a este tipo de presión en abstracto véase Rosenberg (1979a), p. 124.

Estas actitudes, que en ocasiones han sido puestas bajo el apelativo de *economía de guerra* por su parecido, tienen mejor acomodo si se califican como *economía de miseria* o de *resistencia*. Una economía debida a las exiguas posibilidades de sustitución de los recursos escasos por haber carecido de, cuando no quebrado, un acervo de recursos científicos. No debe olvidarse, que según la teoría del cambio tecnológico las posibilidades de sustitución entre insumos de recursos materiales son en gran medida el producto de un cambio tecnológico pasado, que produjo nuevos insumos sustitutivos o que elevó la productividad de los viejos. Rosenberg señaló las formas de realizarlo<sup>15</sup>:

- 1) Elevación de la producción por unidad de insumo de recursos naturales.
- 2) Desarrollo de materiales nuevos (artificiales).
- 3) Elevación de la productividad en la extracción de los recursos naturales.
- 4) Mejora del proceso de explotación y descubrimiento de recursos naturales.
- 5) Desarrollo de técnicas para reutilizar los residuos y materiales de desecho.
- 6) Desarrollo de técnicas para la explotación de recursos de menor grado o de otros más abundantes.

De estas seis posibilidades el franquismo de los años cuarenta y principios de los cincuenta se concentró en las dos últimas. Las razones son simples: por una parte España carecía de conocimientos tecnológicos acumulados, y por otra, la obsesión por la *economía de miseria* o de *resistencia* impedía el desarrollo de innovaciones propias de las formas primera y segunda. Estas carencias e impedimentos pesaron negativamente hasta principios de los años sesenta, malogrando iniciativas prometedoras, y en su conjunto los intentos de acercamiento tecnológico —tal y como se expone en el capítulo quinto—. Sólo de forma excepcional estas restricciones se superaron. Ello sucedía cuando los grupos de investigadores eran de origen extranjero —principalmente alemanes—, ya que reproducían en España "parcelas" de sistemas

---

<sup>15</sup> Rosenberg (1979a), p. 281.

institucionales más avanzados, caracterizados por una mayor acumulación de conocimientos y por la búsqueda de innovaciones entre sus objetivos.

Una vez señalado el objetivo y los puntos de atención del trabajo, es necesario insistir en que esta tesis sólo se adentra en el terreno del saber tecnológico en la política industrial del primer franquismo. La institución estudiada de forma metódica es científica, por tanto, cuando el saber tecnológico pasa a convertirse en un componente de la actividad industrial deja de tener sentido seguir indagando. Sería como investigar la producción industrial de un producto e incluir en el análisis de la producción la venta del mismo. Evidentemente hay conexiones, pero una cosa es la fabricación y otra la comercialización. Antepongo esta salvedad, para que el lector que reclame más información sobre la utilización del saber tecnológico en la industria sea benevolente, y comprenda que ese no era mi fin.

Por último, debo indicar que los dos primeros apartados del capítulo quinto están íntimamente ligados a la explicación teórica del capítulo primero, hasta el punto que se pueden entender como un ejercicio de comprobación empírica del modelo definido al comienzo de la tesis. Entre ambos capítulos debe situarse la lectura del Apéndice metodológico, ya que en él se explica como se han realizado las bases de datos que sirven de soporte empírico en el que contrastar el modelo teórico.

## CAPITULO 1. CAMBIO TECNOLOGICO Y CRECIMIENTO ECONOMICO.

"Una teoría del cambio tecnológico debe reconocer que las contribuciones [acto de intuición o inventivo, capital, contribución empresarial, etc. en función de su oferta y demanda particular] son esencialmente complementarias, tal como la teoría de la producción convencional reconoce que la tierra, trabajo y capital son complementarios." F. M. Scherer<sup>16</sup>

Es usual que los analistas económicos introduzcan el acto de la innovación tecnológica y su posterior difusión como causas influyentes en el crecimiento económico<sup>17</sup>. De hecho se suele empezar los estudios económicos sobre la innovación tecnológica señalando, que tanto para Smith como para Marx el cambio tecnológico era una parte sustancial para sus argumentaciones. Pero sin dejar de ser cierto esto, también lo es que resulta difícil encontrar una elaboración teórica del cambio tecnológico hasta finales de los años treinta de nuestro siglo, momento en el que encontramos una de las primeras hipótesis en la obra *Business Cycles* de J.A. Schumpeter<sup>18</sup>. Aunque este libro es tomado como punto de referencia inicial del

---

<sup>16</sup> El texto entre corchetes no es del autor. Véase Scherer (1978), p. 258.

<sup>17</sup> Freeman (1975), Rosenberg (1979a). Buenas síntesis en castellano de la situación actual de las teorías del cambio tecnológico se encuentran en Buesa y Molero (1989) y Vegara (1989). Por supuesto, en el campo de la historia económica también han ganado terreno las explicaciones del crecimiento económico que se basan en la creatividad tecnológica. La obra clave inicial en este sentido fue el libro de A.P. Usher sobre las invenciones mecánicas editado en 1929 y revisado en 1954 -Usher (1954)-. A este trabajo le siguieron otros que se podrían dividir en dos modos de hacer: los que son recopilaciones y los que son ensayos explicativos. Son estos últimos los que se siguen en esta investigación. De entre estos últimos el aparecido más recientemente en lengua castellana es el libro de J. Mokyr *La palanca de la riqueza* -Mokyr (1993)-.

<sup>18</sup> N. Rosenberg tal vez sea el teórico del cambio tecnológico que más claramente haya expresado la importancia de Schumpeter en este campo:

el estudio que sobre la innovación tecnológica se ha venido realizando, consiste en una serie de notas a pie de página sobre Schumpeter. Aunque las notas pueden llegar a ser más largas, más críticas y, afortunadamente, más ricas con respecto al reconocimiento de las complejidades empíricas, aún, el edificio conceptual que mantenemos es el que construyera Schumpeter como soporte. Inevitablemente, por tanto, los conceptos *schumpeterianos* constituyen nuestro punto de partida. -Rosenberg (1976), p. 524-

análisis del cambio tecnológico, no se puede olvidar que pocos años antes, al principio del decenio, algunos investigadores del crecimiento económico, como S.S. Kuznets y A.F. Burns, habían desarrollado algunas explicaciones del cambio tecnológico partiendo de las teorías de Julius Wolf, economista alemán de principios del siglo XX que se puede considerar como uno de los predecesores más claros de las teorías del desarrollo "tecno-económico"<sup>19</sup>.

Wolf publicó en 1912 su obra *Die Volkswirtschaft der Gegenwart und Zukunft*. Se trataba de una recopilación de conferencias entre las que destacaban las dedicadas al fenómeno del atraso o postergación de algunas economías dentro del progreso económico general. Su respuesta fue la "Ley del límite del desarrollo tecno-económico" o "Ley de los obstáculos al progreso técnico" -*das Gesetz der technisch-ökonomischen Entwicklungsgrenze*- conocida genéricamente como la Ley de Wolf<sup>20</sup>. Dicha ley señala que el progreso técnico es más rápido en los primeros momentos del desarrollo de las nuevas industrias (surgidas a partir de conocimientos tecnológicos recientemente aplicados), que cuando éstas ya están maduras. Además, establece que estos fenómenos ocurren bajo dos condiciones: primera, que el conjunto de conocimientos precisos para la paulatina mejora de una tecnología determinada es limitado, y segunda, que el coste de las sucesivas mejoras aumenta según la tecnología se acerca a lo que se definiría como su nivel de operación a largo plazo o madurez tecnológica. Estas dos condiciones fueron expuestas por Wolf bajo la denominación de la cuatro leyes que obstaculizaban el progreso técnico:

1ª) La ley esencial, que simplificando es la de los rendimientos decrecientes, y ocurre cuando al perfeccionar el producto el aumento de los costes sobrepasa los posibles beneficios.

---

<sup>19</sup> El término utilizado por Wolf es *technisch-ökonomischen*. Para las referencias de otros autores sobre J. Wolf véase: Kuznets (1930), pp. 10 y 11; Burns (1934), p. 141; Metcalfe (1981), p. 351; Freeman, Clark y Soete (1985), p. 100 y Pérez y Soete (1988) p. 471.

<sup>20</sup> Así es citada por Freeman, Clark y Soete (1985), p. 100.

2ª) La ley en contra del "optimismo", que mantiene que una creciente intensificación de la actividad económica no es por siempre beneficiosa, puesto que toda actividad lleva aparejada el crecimiento de los costes en la ejecución de sus mejoras.

3ª) La ley del aumento de los costes cuando se intenta una producción adicional. Esta ley rige en especial para las actividades de minería, agricultura, comunicaciones y fabricación de bienes industriales. Es muy semejante a la segunda, tratándose en realidad de un cambio de perspectiva, que permite enjuiciar el aumento de los costes según se van dando los avances técnicos. En cierta forma se podría decir que se trata de un punto de vista "marginalista".

4ª) La ley de la resistencia a la renovación constante de las instalaciones. Es presentada por Wolf, como la resistencia del propietario del capital fijo a tener que renovar éste por imperativos del avance de las técnicas empleadas.<sup>21</sup>

La síntesis de los principios de Wolf quedan expresados en los siguientes párrafos:

*Tenemos, por tanto, una ley del límite del desarrollo tecno-económico según la cual, cada perfeccionamiento técnico consumado, que reduce costos de producción, o la utilización de materias primas y energía, impide el paso a un nuevo progreso. Le deja menos espacio, lo cual, a pesar de todo, tiene luego necesariamente como consecuencia un estrechamiento de las posibilidades de perfeccionamiento, de manera que el progreso técnico, como cada vez vale menos la pena, por lo menos en cierta dirección se paraliza, y finalmente, como es estéril, se abandona en sectores enteros. (...)*

Esto es válido para un enorme ámbito dentro de la industria, en la cual el progreso técnico de la última mitad del siglo pasado, o quizá de todo el siglo, ha consumado las posibilidades de la reducción de los costos en tal medida, que a las próximas generaciones, yo no diría que ya no les quede "nada" por hacer, pero que les han dejado un resto tan insignificante de posibilidades de progreso que, es imposible que puedan hacer algo.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> Wolf (1912), pp. 237 y 238.

<sup>22</sup> Wolf (1912), pp. 263-237 y 251.

Uno de los ejemplos de Wolf puede servirnos para explicar mejor su Ley. A finales del siglo XIX, indica Wolf, para obtener una unidad de azúcar se necesitaban veinte de remolachas, mientras que en 1912 bastaba con seis. El avance había sido notorio hasta aquel momento, así que cualquier reducción por debajo de seis, por mucho progreso técnico que se aplicara de entonces en adelante, nunca conseguiría una reducción semejante a la de pasar de veinte a seis. Por tanto para Wolf existía un límite material insoslayable. Sin embargo, él mismo dejará abierta una puerta a la esperanza, ya que admitía que si se lograra aumentar por medio de "la técnica agrícola" el contenido de azúcar por unidad de remolacha, entonces, sí podría volver a reducirse las unidades de remolachas necesarias para producir una de azúcar.

Con la excepción de esta última posibilidad que se sale de la norma pesimista del resto de su obra, la visión de Wolf podría definirse como una percepción estática del crecimiento tecnológico. Si se sigue únicamente esta explicación, el progreso tecnológico no sería lo suficientemente potente como para erigirse en la palanca del crecimiento económico. Los analistas que siguieran la Ley de Wolf de manera tajante terminarían prediciendo futuros casi inmutables; "un mundo de barcos de vela y coches de caballos con un diseño casi perfecto."<sup>23</sup> La Ley es válida para estudiar el progreso de una tecnología a corto plazo, o el ciclo de vida de una industria o de un producto, pero resulta inadecuada con respecto a las grandes líneas a medio y largo plazo del progreso tecnológico, que denominaremos de ahora en adelante *trayectorias tecnológicas*<sup>24</sup>.

---

<sup>23</sup> La cita pertenece a Mokyr (1993), p.363. En 1899 Jean Marc Côté recibió el encargo de realizar unas ilustraciones representando escenas de la vida del año 2000. En estas ilustraciones la Ley de Wolf es llevada a su máxima exageración. Aparecen diseños estilizados de planeadores y dirigibles realizando tareas que en el futuro serían realidad, como el salvamento de la tripulación de un barco en alta mar, pero para las que no usamos dichos artefactos. Como señaló I. Asimov, que reeditó comentadas las ilustraciones de Côté, "la idea del rescate es correcta, pero los detalles no corresponden y (como sucede con frecuencia) son producto de la *subestimación* del progreso tecnológico [o del pesimismo en el sentido de Wolf]." -Asimov (1987), p. 19-

<sup>24</sup> Con respecto a la definición de *trayectoria tecnológica* seguimos la de Dosi -Dosi (1984), pp. 13-21-. Más adelante nos detendremos en este concepto y su repercusión en la teoría del cambio tecnológico.

Después de Wolf otros autores ahondaron en la relación entre crecimiento económico y progreso tecnológico<sup>25</sup>. El primero y más sistemático sería Kuznets, quien en 1930 retomaría la interpretación del progreso económico en relación al tecnológico, aún bajo la perspectiva de la Ley de Wolf, y añadiría una comprobación empírica utilizando como indicadores las patentes para diversas ramas de actividad concedidas en los EE. UU. desde mediados del siglo XIX hasta los años veinte<sup>26</sup>. La conclusión de Kuznets fue, que el estudio de las patentes demostraba que las mejoras en cada una de las ramas industriales tendían en su conjunto a disminuir con el paso del tiempo, y según la invención inicial se acercaba a su perfección<sup>27</sup>. Burns en 1934 continuó esta línea de análisis de Kuznets, pero no aportó mayores confirmaciones empíricas<sup>28</sup>. Pocos años después, en 1939, la teoría de la innovación de Schumpeter aparecería y, a partir de aquel momento, guiaría las siguientes indagaciones sobre la relación entre cambio tecnológico y crecimiento económico, lo cual supondría un revulsivo frente a los puntos de vista cercanos a la Ley de Wolf, quedando ésta fuera de la investigación de los economistas hasta su recuperación por C. Freeman, C. Pérez y L. Soete en los años ochenta<sup>29</sup>.

La teoría de la innovación ha tenido una mayor repercusión que la Ley de Wolf. El esquema conceptual de dicha teoría ha sido fértil y permite situar al cambio tecnológico en el centro del crecimiento económico. Para Schumpeter cada innovación tecnológica es un salto adelante claramente apreciable, que da origen a una nueva función de producción, por tanto las transformaciones suaves e incesantes -al estilo de

---

<sup>25</sup> Aunque el libro de A.P. Usher *A History of Mechanical Inventions*, cuya primera edición es de 1929 - Usher (1954)-, puede considerarse como la primera obra de ordenación histórica del progreso tecnológico, lo cierto es que no expone una teoría del crecimiento económico ligado al progreso tecnológico. Usher consideró más importante descubrir el origen de la invención -Basalla (1991), p. 38; Usher (1954), cap. IV- y señalar los elementos de continuidad y de *acumulabilidad* del progreso tecnológico -Rosenberg (1993), p. 20.

<sup>26</sup> Kuznets (1930), pp. 54-58.

<sup>27</sup> Kuznets (1930), pp. 33 y 54.

<sup>28</sup> Burns también señalaba la importancia de los principios de Wolf -Burns (1934), pp. 120-145-. Tanto Kuznets como Burns asocian en el tiempo al fenómeno del retardo tecnológico la evidencia del proceso de difusión tecnológica -Metcalf (1981), p. 351-

<sup>29</sup> Freeman, Clark y Soete (1985) y Pérez y Soete (1988).

la Ley de Wolf- no tienen para él la relevancia de las innovaciones<sup>30</sup>. La superioridad dada a éstas le sirvió para apoyar su explicación de los "ciclos económicos" y las crisis. Sostuvo, que las innovaciones se concentran en el tiempo y en determinadas ramas de actividad económica de forma discontinua, lo cual es la causa de la existencia de los "ciclos económicos"<sup>31</sup>. Las innovaciones, tanto cuando aparecen como cuando se difunden, perturban la economía y obligan a nuevos procesos de adaptación, que se repiten cíclicamente<sup>32</sup>. El mundo futuro *shumpeteriano* es más real que el *wolfiano*, pues aventura que existirán productos, hoy inconcebibles, capaces de resolver de forma más económica los mismos problemas de hoy en día y otros nuevos. De cualquier manera no hay que olvidar que para Schumpeter el fenómeno de la innovación no podía explicarse dissociado del empresario emprendedor. Él mismo expuso que si las innovaciones que apareciesen fueran inmediatamente absorbidas y potenciadas por todas las industrias, no habría desequilibrios, y que estos aparecen porque sólo los empresarios emprendedores se arriesgan a innovar<sup>33</sup>.

En la presente investigación nos situamos en una posición en la que la visión de Wolf y la de Schumpeter son en realidad complementarias<sup>34</sup>. La primera actúa a corto plazo, y explica los ciclos de vida de productos y procesos, e incluso de tecnologías concretas. La segunda funciona a medio y largo plazo, y esclarece como *una innovación cambia cualitativamente y de manera superior los productos y*

---

<sup>30</sup> Schumpeter expresó su idea de innovación en los siguientes términos:

Therefore, we shall impose a restriction on our concept of innovation and henceforth understand by an innovation *a change in some production function which is of the first and not of the second or a still higher order of magnitude*. A number of the propositions which will be read in this book are true only of innovation in this restricted sense. Schumpeter (1939), p. 94.

<sup>31</sup> "First, that innovations do not remain isolated events, and are not evenly distributed in time, but that on the contrary they tend to cluster, to come about in bunches, simply because first some, and then most, firm follow in the wake of successful innovation; second, that innovations are not at any time distributed over the whole economic system at random, but tend to concentrate in certain sectors and their surroundings." Schumpeter (1939), pp. 100 y 101.

<sup>32</sup> Un resumen más amplio de la argumentación de Schumpeter se encuentra en Freeman, Clark y Soete (1985), pp. 56-58. A su vez ellos parten de los comentarios de R. Fels que editó en 1964 una versión resumida del *Business Cycles*.

<sup>33</sup> Schumpeter (1939), pp. 97 y 98.

<sup>34</sup> Esta hipótesis ya fue expuesta por J.S. Metcalfe en 1981, aunque su argumentación se concentra en el fenómeno de la difusión tecnológica, ya que para él la armonía entre el punto de vista de Schumpeter y el de Wolf está conectado con el papel de la competencia en el proceso de difusión -Metcalfe (1981)-.

procesos de una *trayectoria tecnológica*. Mokyr posiblemente sea el que mejor ha sintetizado ambas visiones<sup>35</sup>:

Sin grandes ideas nuevas (las innovaciones *schumpeterianas*), el flujo de las pequeñas invenciones acumulativas acabará en una disminución de los beneficios. Cuando ocurra eso dependerá de la técnica en cuestión. Pero no cabe duda de que cada vez era más difícil incorporar mejoras en el barco de velas hacia los años de 1870, el alza del rendimiento de los granos empezaba a tocar techo a mediados del siglo XIX, y el acero de crisol había hecho un largo recorrido para 1856. Las macroinvenciones (las innovaciones *schumpeterianas*) como la hélice de propulsión, los abonos químicos y el procedimiento Bessemer revitalizaron un movimiento que se estaba aproximando a una especie de tope tecnológico (es decir la Ley de Wolf).<sup>36</sup>

Esta distribución básica en el cambio tecnológico entre innovaciones y mejoras paulatinas, puede enunciarse de otra manera. N. Rosenberg a mediados de los años setenta expuso que, aunque el cambio tecnológico abarque una pluralidad de formas, todas ellas se hallan bajo el común denominador de ciertos tipos de conocimientos, que hacen posible obtener:

1) un mayor volumen de producción total o 2) una producción total cualitativamente superior, a partir de una determinada cantidad de recursos.<sup>37</sup>

Rosenberg mantiene que los analistas suelen obcecarse en el primer tipo de conocimientos, es decir, en la introducción de nuevos procesos que reducen el coste de producción de un mismo producto<sup>38</sup>. Esta perspectiva conduce a planteamientos en los que todas las industrias que inicialmente crecen rápidamente, terminan experimentando un retraso cuando disminuye el impacto de la innovación técnica en la reducción de costes<sup>39</sup>. Como se ve, una visión más *wolfiana* que *schumpeteriana*, que

---

<sup>35</sup> Mokyr en ningún caso cita a Wolf, pero se acerca claramente a la Ley de éste aunque no la exponga directamente -Mokyr (1993), pp. 363-370-.

<sup>36</sup> Mokyr (1993), p. 369. Las palabras entre paréntesis no son del autor.

<sup>37</sup> Rosenberg (1993), p. 17.

<sup>38</sup> Según Rosenberg, ello se debe a que "es una simplificación útil que hace posible analizar un amplio campo de problemas con un aparato analítico relativamente simple y permite una aproximación cuantitativa a innumerables e interesantes cuestiones económicas." Rosenberg (1993), p. 17.

<sup>39</sup> "Además, debido a la baja renta a largo plazo y a la elasticidad de precios de la demanda de bienes de consumo antiguos, en estas industrias las innovaciones reductoras de costes tendrán un impacto acumulativo relativamente pequeño." Rosenberg (1993), p. 18.

difícilmente puede explicar el crecimiento rápido y continuado caracterizado por el desarrollo de nuevos productos e industrias. Este último patrón de crecimiento está más relacionado con la teoría de la innovación, y por tanto con el segundo tipo de conocimientos señalados por Rosenberg.

La aceptación de una visión ecléctica entre las dos teorías (la de Wolf y la de Schumpeter) ha sido reciente. Para empezar, la teoría de la innovación hubo de experimentar un largo proceso de validación, no tanto en su esencia como en su utilización para la explicación de la teoría de los "ciclos económicos". La relación entre la teoría de la innovación y la de los "ciclos económicos" ha dominado hasta la actualidad la discusión científica sobre el cambio tecnológico<sup>40</sup>. Los analistas, entre los que se encontraba el propio Kuznets, propusieron desde el primer momento que la validación de la tesis *schumpeteriana*, que relacionaba innovaciones con "ciclos económicos", se alcanzaría demostrando la existencia de discontinuidades en la introducción de grandes innovaciones. Los economistas que trabajaron en este terreno concluyeron que no se puede negar una asociación recíproca entre innovaciones y fluctuaciones económicas a largo plazo, pero la naturaleza de estas relaciones es más compleja y desordenada de lo que se estimó inicialmente<sup>41</sup>.

En su mayoría, los analistas de los años cuarenta no negaron la validez de la Teoría de la innovación de Schumpeter, pero muchos se mostraron críticos con la idea de encontrar una relación concreta entre la aparición de innovaciones y los ciclos económicos. Entre los críticos se encontraba B.S. Keirstead, quien expuso cuan

---

<sup>40</sup> Hall y Preston (1990).

<sup>41</sup> En este sentido la investigación fundamental fue realizada por G. Mench, quien planteó la teoría del "agrupamiento de las innovaciones básicas" a principios de los años setenta, pero esta teoría fue superada en los años ochenta por la de los "sistemas tecnológicos" de Freeman, Clark y Soete. Para una exposición de ambas teorías véase el número especial que la revista *Futures* dedicó a la innovación técnica y las ondas largas en el desarrollo económico -*Futures. The journal of forecasting and planning*, vol. 13, núm. 4 (especial), agosto, 1981-, así como Freeman, Clark y Soete (1985), pp. 69-113. La línea de análisis referida a los procesos de difusión tecnológica, que parte del modelo de difusión tecnológica y el crecimiento industrial de Schumpeter, también ha generado una "escuela" de analistas, véase Soete (1985), pp. 410-416.

arbitraria era dicha relación<sup>42</sup>, y lo hizo además, partiendo del concepto de lo que Schumpeter había denominado como fenómeno de "agrupamiento" (*bunching*) de las innovaciones. Keirstead llegó a la conclusión de que las "innovaciones mayores" de Schumpeter no eran la clave del crecimiento, sino que ésta se encontraba en las "innovaciones de amplia adaptabilidad". Keirstead, con este término, se refería a las innovaciones que provocan un flujo de mejoras menores a través de un buen número de actividades económicas. De esta forma, las innovaciones de amplia adaptabilidad están presentes en diferentes sectores, encadenando las mejoras que se transmiten de unos a otros. Para él, las características de la amplitud y de servir de nexo de estas innovaciones causaban el crecimiento económico, gracias al estímulo que provocaban en la inversión y el empleo, y a largo plazo, en el aumento general del bienestar<sup>43</sup>. La aportación de Keirstead suponía un primer acoplamiento de la visión *wolfiana* y la *schumpeteriana*, e introducía a través de su concepto de "innovaciones de amplia adaptabilidad", una idea muy cercana a la de *trayectoria tecnológica* que aparecería en los años ochenta<sup>44</sup>.

En cualquier caso, los que censuraban la relación de la teoría de la innovación con la de los "ciclos económicos" no podían negar la existencia de una cierta conexión entre cambio tecnológico y crecimiento económico, pero desde luego tenían razón al criticar la incapacidad de dicha relación para indicar con qué intensidad influye uno en el otro. En este sentido M. Abramovitz y R. Solow pondrían las bases para los estudios de tipo macroeconómico que querían cuantificar esa influencia. Estos dos autores

---

<sup>42</sup> Keirstead (1948), pp. 145-149.

<sup>43</sup> "Hay que hacer una distinción conceptual más importante para nuestros propósitos con respecto a la "adaptabilidad" de una innovación. Algunas innovaciones son específicas con respecto a las condiciones de una particular planta o una particular industria. Algunas innovaciones, como los nuevos productos, son singulares y tienen mayores aplicaciones. Estas son innovaciones tales como la introducción de un nuevo material, o el desarrollo del principio de la rueda o de la válvula. Tienen una amplia adaptabilidad y son adoptadas, a lo largo de una serie de modificaciones, por una industria tras otra. Algunas de estas innovaciones, aún teniendo una amplia adaptabilidad, necesitan todavía más innovaciones. Podemos denominar a este tipo de innovaciones, en espera de un nombre mejor, "innovaciones de unión", (corresponden a lo que el Profesor Usher ha denominado como "innovaciones estratégicas") porque su aceptación está unida con una completa serie de concomitantes y consecuentes innovaciones a través de un amplio sector industrial." Keirstead (1948), pp. 135 y 136.

<sup>44</sup> Freeman, Clark y Soete plantean esta similitud -Freeman, Clark y Soete (1985), p. 135.

fueron, a mediados de los años cincuenta del presente siglo, los primeros en apreciar (Abramovitz) y cuantificar (Solow) la parte del crecimiento económico atribuible al cambio tecnológico. Así por ejemplo, Solow estimó que el producto bruto de los EE. UU. se había duplicado entre 1909 y 1949 correspondiendo el 87,5% del incremento del producto al cambio tecnológico<sup>45</sup>.

Una vez apreciada por parte de los analistas la importancia del cambio técnico con respecto al crecimiento económico y a sus fluctuaciones -lo que sitúa la relación entre tecnología y economía en el terreno macroeconómico-, se planteó la necesidad de profundizar en el conocimiento de la generación de ese cambio, situando el marco de análisis en el terreno microeconómico. La teoría de la innovación de Schumpeter mostraba claramente una forma de esa generación: la innovación. Esta vez la teoría era el centro del análisis sin tener que ligarla a la de los "ciclos económicos". El enfoque *schumpeteriano* guió una buena parte de estudios del cambio técnico introduciendo un sesgo en favor de las innovaciones mayores, sin apenas entrar en la paulatina introducción de procesos y productos (innovaciones menores), donde el aprendizaje, la copia y la difusión puede llegar a desempeñar un papel sustancial para el crecimiento económico<sup>46</sup>.

En parte esta disociación también provenía de que los estudios del cambio técnico evolucionaron tomando como referencia la usanza de los países más industrializados, esto es, en torno a la experiencia de los países que habían generado hasta el presente un flujo sistemático de producción científica y tecnológica que, por

---

<sup>45</sup> Abramovitz (1956), Solow (1957). Véase también Inkster (1991), pp. 4 y 5. Partiendo de Solow los trabajos teóricos y empíricos se han multiplicado, hasta el punto de que en nuestros días Mokyr ha señalado que es norma general que muchos economistas contemplen en mayor o menor medida la relación entre cambio tecnológico y crecimiento económico:

Todos los trabajos sobre crecimiento económico reconocen la existencia de un "residuo", una parte del crecimiento económico que no se puede explicar mediante el expediente de más capital o más trabajo, y que por tanto, debe considerarse, hasta cierto punto, como un "almuerzo gratis". El cambio tecnológico parece ser el candidato ideal para explicar este residuo y a veces se lo ha equiparado con él. -Mokyr (1993), p. 22-

<sup>46</sup> "El foco principal no está en las innovaciones principales tal y como las describía Schumpeter, sino, más bien, en las mejoras menores que determinan la tasa de crecimiento de la productividad que las mejoras principales son capaces de generar." Rosenberg (1993), p. 125.

otra parte, era fácil y coherente seguir a través de las grandes innovaciones<sup>47</sup>. Sin embargo, los teóricos del cambio tecnológico se dieron cuenta de la trascendencia de todo el conjunto de mejoras que se producían durante el período de difusión y transferencia gracias a ulteriores procesos de aprendizaje por la fabricación (según se va haciendo *learning by doing*), de aprendizaje por el uso (*learning by using*), de aprendizaje del error previo (*learning by failure*) y de aprendizaje gracias a la relación del productor con el usuario (recíproco *learning by interacting*)<sup>48</sup>.

La perspectiva más adecuada para apreciar el alcance de estos procesos, que contenían innovaciones menores, se lograba en los análisis de países donde históricamente la transferencia de la tecnología había sido de una mayor magnitud que la innovación tecnológica, a la hora de potenciar el crecimiento económico. Es decir, en los análisis de la economía de las naciones que habían tenido un proceso de industrialización con fluctuaciones y debilidades, incapaces, por otra parte, de mantener el flujo constante de generación de conocimientos científicos y técnicos de importancia universal. Fue J. Katz quien a mediados de los años setenta señaló las dificultades que ofrecía la concepción restrictiva *schumpeteriana*,<sup>49</sup> y sobre todo análisis posteriores aún más rígidos a la hora de conocer cómo se había originado el crecimiento económico en los países que durante el siglo XIX y XX habían tenido problemas para industrializarse de forma sólida y sin altibajos<sup>50</sup>. La respuesta que se daba para justificar el crecimiento en este tipo de países era simple: la transferencia y difusión de las innovaciones desde los países industrializados era la causa

---

<sup>47</sup> Katz (1976), p. 11. El caso más destacable es *The Unbound Prometheus* de D.S. Landes -Landes (1979)-.

<sup>48</sup> Arrow acuñó el término *learning by doing* -Arrow (1962)-, Rosenberg el de *learning by using* -Rosenberg (1993)-, Maidique y Zirger el de *learning by failure* -Maidique y Zirger (1985)- y Lundvall el de *learning by interacting* -Lundvall (1988), véase también Andersen y Lundvall (1988)-.

<sup>49</sup> Katz (1976) y (1983).

<sup>50</sup> Recuérdese que este tipo de industrialización ha sido típica de España -Vicens Vives (1958), (1960) y (1969). En 1975 J. Nadal daba una valoración certera del ratio de los valores añadidos en las industrias algodonera y siderúrgica que demostraba la prontitud de España a la hora de iniciar su industrialización (período 1821-1860) y el rezago posterior, que la llevó a posiciones propias de otras naciones industrialmente más jóvenes -Nadal (1975), p. 237. Posteriormente los análisis de A. Carreras han confirmado esta característica de vaivén en el proceso español de industrialización en comparación con el de otros países -Carreras (1990)-

fundamental de su progreso técnico<sup>51</sup>. Pero a ello Katz añadía el papel que representaban las denominadas "innovaciones adaptativas" (éstas no deben equivocarse con las de "amplia adaptabilidad" de Kierstead), similares a las menores y originadas normalmente en los procesos de aprendizaje<sup>52</sup>. Estas innovaciones, a juicio de Katz, resultaban esenciales para explicar el aumento de la productividad.

Los analistas económicos como Katz, que provenían de países que habían llevado a cabo una industrialización basada en la importación de tecnología, centraron su esfuerzo en conocer cómo ocurría el proceso de difusión. Los escritos sobre la "dependencia tecnológica" se multiplicaron incidiendo en los problemas de la contratación de la tecnología importada. Los estudios de los contratos de transferencia de tecnología, de las inversiones extranjeras y de la balanza tecnológica dejaron aparentemente poco espacio a la duda de si la aportación interna había tenido alguna relevancia<sup>53</sup>. Los casos que planteaban la existencia de un crecimiento local, no se explicaban en términos de la posible aportación interna derivada del propio esfuerzo investigador, tan sólo se daba cabida al aporte que las tareas de adaptación y aprendizaje, procedentes de la importación de la tecnología, podían ofrecer. Se juzgaba irrelevante la aportación local previa a la importación, obviando el hecho de que no puede haber importación de tecnología sin una previa base que la entienda y acoja<sup>54</sup>. Era necesario encontrar un modelo que diera cabida a los diferentes conceptos de innovación que se venían barajando.

---

<sup>51</sup> Carreras sintetiza la difusión de ciertas grandes innovaciones en relación a los ciclos de crecimiento económico en España: 1827-1866 la máquina de vapor y la maquinaria textil asociada al sistema fabril, 1855-1898 el ferrocarril, 1898-1913 centrales productoras de electricidad, redes eléctricas de transporte de alta y baja tensión, 1913-1975 el motor de explosión y la *motorización* consecuente y 1975 en adelante el ordenador y la informática -Carreras (1990), pp. 164 y 165-. Este argumento se encuentra más desarrollado en Nadal, Carreras y Martín Aceña (1988).

<sup>52</sup> Katz (1976), cap. III.

<sup>53</sup> Braña, Buesa y Molero (1984); Buesa y Molero (1989) y Sánchez Muñoz (1988).

<sup>54</sup> La tecnología es acumulativa en cualquier situación, esto quiere decir que no se puede plantear la posibilidad de importarla sin una base previa capaz de absorberla. Como han demostrado los análisis sobre los "milagros económicos" en Europa tras el Plan Marshall, fue la acumulación de capital humano e instituciones de educación e investigación europeas las que proporcionaron la base para que la tecnología importada funcionara. Sería incoherente plantear que todo el cambio tecnológico de un país como España es consecuencia de la importación de tecnología. Esto sólo podría ocurrir si la importación se hiciera de forma total y con la máxima asistencia técnica, es decir importando la tecnología, la maquinaria y el capital humano capaz de usarlas. Si la condición de que todo el cambio tecnológico se debe a la importación se admitiese como cierta, entonces se estarían negando dos cosas: los efectos de la difusión

### 1.1 Una propuesta de interpretación: *trayectorias, paradigmas* y fenómenos de acumulación.

El nuevo modelo partía de la síntesis que se traslucía de los diferentes puntos de vista: las innovaciones mayores no son las responsables únicas del crecimiento económico. Existen pequeñas aportaciones y procesos de aprendizaje acaecidos en la fabricación y en el uso que inciden en el crecimiento, y esas aportaciones no pueden darse sin una base previa de conocimiento y experimentación. A partir de este punto la cuestión era dilucidar cómo se conjugaban las innovaciones mayores con las menores y adaptativas, y siempre en un ambiente propicio caracterizado por una base previa de conocimientos. Autores como Dosi, Sahal, Freeman, Pérez y Soete dieron la pauta a seguir al exponer sus concepciones sobre los *paradigmas tecnológicos*<sup>55</sup>. Ellos afirman que en los procesos económicos los agentes que realizan la tecnología, con el objetivo de lograr innovaciones técnicas, están sujetos a lo que denominan *paradigmas* (Dosi) o *postes-guía* (Sahal) *tecnológicos* y a las *trayectorias* (Dosi) o *avenidas* (Sahal) *tecnológicas*. Las definiciones de ambas categorías expuestas por Dosi aclaran el significado de los términos:

un paradigma tecnológico se puede definir como un «esquema» (*pattern*) de solución de determinados problemas tecnoeconómicos basados en principios muy selectos derivados de las ciencias naturales, juntamente con reglas específicas orientadas a la adquisición de nuevos conocimientos y a salvaguardarlos, cuando sea posible, de una rápida difusión a los competidores (...). Definamos como una *trayectoria tecnológica* la actividad del proceso tecnológico junto con las elecciones económicas y tecnológicas definidas por un paradigma.<sup>56</sup>

---

y la existencia de fábricas cuyos obreros, técnicos y empresarios fuesen españoles. Al decir españoles queremos decir de formación técnica española.

<sup>55</sup> Dosi (1982), (1984), (1988) y (1991); Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg y Soete, (Ed.) (1988); Dosi, Giannetti, y Toninelli, (Ed.) (1992). Dosi, Pavitt y Soete (1990); Sahal (1985).

<sup>56</sup> Dosi (1992), pp. 277-279. Véase también Dosi (1984), apartado 2.2.

Aunque existe una similitud entre el concepto de *paradigma tecnológico* y el de proyecto de investigación ésta es parcial. El *paradigma* encierra tanto al proyecto, es decir a la intuición de como acometer un problema y los conocimientos previos de los que partir, como a sus logros y las bases teóricas principales en las que se asentará cualquier modelo ulterior. En síntesis el *paradigma* es la innovación material radical y el modelo de referencia (inmaterial) que ésta supone para los proyectos e innovaciones futuras<sup>57</sup>.

El concepto que aparece detrás del componente material está muy cerca de la idea defendida por Sahal al definir los *postes-guías tecnológicos*. Este autor mantiene que el proceso de desarrollo tecnológico, dentro de casi todos los campos de investigación y desarrollo, lleva a la formación de un determinado patrón de diseño general a todos los artefactos de la actividad económica correspondiente. Este patrón dicta el sentido en el que se encauzan los subsiguientes pasos en el proceso del desarrollo tecnológico. De esta manera las innovaciones son modificaciones de un modelo (patrón) esencialmente invariable. Así por ejemplo, aunque los motores de explosión interna de los coches actuales puedan parecer diferentes a los de principios de siglo, en esencia son diseños similares, o como diría Sahal recordando un antiguo adagio: "Cuanto más cambia un objeto más permanece siendo el mismo objeto."<sup>58</sup> Este diseño básico está en la constitución de un *poste guía tecnológico* marcando el rumbo de la actividad innovadora<sup>59</sup>. Al introducir el concepto de *paradigma* o el de

---

<sup>57</sup> Dosi plantea esta doble composición del *paradigma tecnológico*, una parte substancial y otra inmaterial, en distintas obras: Dosi (1984), (1988), p. 1127 y (1992), pp. 277 y 278.

<sup>58</sup> Sahal (1985), nota 6. Por supuesto esta idea no es nueva. Kuznets señalaba en los años treinta que en lo esencial una invención notable permanece invariable;

"Las mejoras sólo ocurren en los detalles. El moderno motor de vapor se sirve exactamente del mismo principio de la máquina de vapor de expansión manejada por Watt. (...) En las historias de las industrias y de la práctica tecnológica uno se encuentra una y otra vez ratificaciones de que los principios de la invención permanecen siendo los mismos, aunque la eficiencia de sus formas prácticas deban considerarse como mejoras notables." Kuznets (1930), p. 33. La conceptualización de Sahal, más materialista que la de Dosi, le empuja a valorar mucho las fuerzas sociales y económicas que constriñen a la *trayectorias tecnológicas -avenidas tecnológicas* según su definición-. Mucho más globalizador es el término defendido por Freeman y Pérez de *paradigma tecno-económico*, ya que excede el concepto de *paradigma* para incluir al mismo tiempo el de *trayectoria* -Freeman y Pérez (1990), p. 47-. En el presente trabajo la línea seguida es la de Dosi.

<sup>59</sup> Sahal (1985), p. 71.

*poste-guía* en realidad se está convirtiendo a la innovación radical, del análisis *schumpeteriano*, en un concepto mucho más amplio y que cumple mejor los requisitos necesarios del propio modelo *schumpeteriano*. Con esta perspectiva, en la que sustituimos innovación radical o mayor por *paradigma tecnológico*, la innovación de características *schumpeterianas* queda como un hecho más conceptual que material. Así por ejemplo, la noción *schumpeteriana* plantearía la existencia del motor de explosión como una innovación radical en un momento, como un objeto único, inmejorable y repetido constantemente, lo cual, sorprendentemente, llevaría también a largo plazo a un mundo *wolfiano*. Por contra, el *paradigma* indica que sólo existe el concepto de motor de explosión, que consta de unos principios básicos de física, química e ingeniería representados por multitud de ejemplos y experiencias, es decir, existe el *paradigma* del "motor de explosión", el cual tiene sus exponentes en una variedad gigantesca de artefactos que van desechando unas mejoras, que quedaron anticuadas, e incorporando otras nuevas, pero cuyo diseño básico seguirá siendo el mismo mientras se continúe rigiendo por los mismos principios teóricos de la física, la química y la ingeniería<sup>60</sup>. La idea de *paradigma* rompe definitivamente con un mundo únicamente *wolfiano*, tanto a corto como a largo plazo, desde el momento en que un leve cambio en los principios teóricos puede dar un futuro tecnológico completamente diferente.

Antes de proseguir con las implicaciones de los conceptos de *paradigma*, es conveniente reafirmar que la parte material del *paradigma* no tiene que ser un instrumento o una máquina necesariamente, también puede serlo las herramientas conceptuales, tal y como lo son las formulaciones:

De acuerdo con la definición de «herramienta» por el tecnólogo, el ábaco y el compás de geómetra son considerados normalmente como tecnología, pero no ocurre lo mismo con la tabla de multiplicar o la tabla de logaritmos. No obstante, esta división arbitraria imposibilita prácticamente la

---

<sup>60</sup> Al cambiar el concepto restrictivo de innovación *schumpeteriana* por el de *paradigma* se abren todas las posibilidades para que se de el fenómeno de alcance (*catching up*), ya que se dejan abiertas multitud de posibles vías menores de innovación.

compresión de un sujeto tan importante como el desarrollo de la tecnología de las matemáticas.<sup>61</sup>

Volviendo al concepto de *paradigma* y su similitud con el de proyecto de investigación, podría argumentarse que el término acuñado por I. Lakatos de *programa científico de investigación* (PCI) encaja mejor que el de *paradigma*. No obstante, el concepto de PCI, que es adecuado para explicaciones en ciencias, pierde fuerza al enfrentarse al análisis de la tecnología, ya que en ésta el componente material, la máquina, el mecanismo, el producto y el proceso, no puede someterse al *principio de falsación popperiano* implícito en el PCI de Lakatos. Una máquina supera a otra no por el *principio de falsación*, sino por la mejora de productividad que supone, en función de unos factores económicos dados<sup>62</sup>.

La reflexión acerca del PCI de Lakatos no es baladí, ya que el término *paradigma tecnológico*, acuñado por Dosi, tiene su origen en el concepto de *paradigma científico* defendido por T.S. Kuhn en su obra *La estructura de las revoluciones científicas* (1962), y por tanto se podría levantar una crítica similar desde un punto de vista *lakatiano* al *paradigma tecnológico*, tal y como la que en su día Lakatos estableció contra el *paradigma científico* de Kuhn<sup>63</sup>. Pero, como hemos visto, Dosi supera lo impreciso del concepto de *paradigma* utilizado por Kuhn desde el momento en que concreta la existencia de una parte material -mecanismos, artefactos y máquinas- y otra teórica o *heurística* -el conjunto de teorías, principios, métodos y directrices- en todo *paradigma tecnológico*. Es así como el *paradigma tecnológico* se convierte, tanto en un punto indicador, en un ejemplar -según Sahal un *poste-guía*-, como en una elección de problemas técnicos y de los métodos para solucionarlos.

---

<sup>61</sup> Drucker (1978), p. 150.

<sup>62</sup> Respecto de las teorías de Lakatos y el *principio de falsación* en relación a la metodología económica véase Blaug (1985), pp. 29-60.

<sup>63</sup> Sobre Kuhn y su repercusión en la metodología de la economía, en especial con respecto a K. Popper, véase Blaug (1985), pp. 48-52.

Además, que la noción de *paradigma* de Dosi tenga su origen en la de Kuhn, no implica que Dosi siga la teoría de Kuhn para explicar el progreso tecnológico. Para Dosi la teoría de Kuhn planteaba el problema de casar las rupturas en el desarrollo de la ciencia, denominadas por Kuhn *revoluciones científicas*, con las evidencias empíricas de las continuidades en los artefactos tecnológicos<sup>64</sup>. La solución de Dosi fue agregar el concepto de *trayectoria tecnológica*, que venía del de *trayectoria natural* de progreso técnico expuesto por R.R. Nelson y S.G. Winter, al de *paradigma*<sup>65</sup>. Con ello la teoría del cambio tecnológico aparecía como evolutiva y no como rupturista.

Al introducir Kuhn la idea de "revoluciones científicas" la confusión de los términos asociados al concepto de "revolución" podía desvirtuar la percepción del cambio tecnológico. Con la obra de síntesis de G. Basalla *The Evolution of Technology*, aparecida en 1988, el problema de percepción queda saldado y el camino a seguir marcado:

La fuente última de la explicación revolucionaria del cambio tecnológico es la confusión de la tecnología con sus ramificaciones sociales y económicas, algo que se ilustra adecuadamente con el apelativo de "Revolución industrial" (...). La confusión entre la tecnología y sus consecuencias unió los mitos de los inventores heroicos, las ideas de progreso material, nacionalismo y sistema de patentes, y aumentó la explicación discontinua del cambio tecnológico<sup>66</sup>. Sólo un estudio minucioso de los artefactos puede demostrar la insuficiencia de esta perspectiva y la relevancia de la tesis de la continuidad.<sup>67</sup>

El hecho de que la teoría del cambio tecnológico haya vuelto los ojos a la teoría *evolucionista* (darwiniana), tanto en el caso de Basalla como en el de Nelson y Winter,

---

<sup>64</sup> Se toma la palabra artefacto con el significado que tiene en la obra de G. Basalla -Basalla (1991)- y como la parte material de los *paradigmas*.

<sup>65</sup> Dosi (1984), p. 17 y Freeman, Clark y Soete (1985), p. 59. Además, si se quiere tener una imagen sucinta de los problemas de teoría económica que provoca la teoría *evolucionista* del cambio económico, véase Nelson y Winter (1982), pp. 407-409.

<sup>66</sup> Incluso en el análisis *schumpeteriano* del cambio técnico las invenciones entraban en escena completamente desarrolladas, el invento aparece como un fenómeno aislado, sucediendo que los factores tecnológicos son segregados de los económicos. Véase Rosenberg (1979), p. 80.

<sup>67</sup> Basalla (1991), pp. 81 y 82. A principios de los años sesenta Drucker planteaba el problema de carecer de una teoría de tecnología: "Necesitamos una teoría que nos permita organizar la variedad y complejidad de las herramientas modernas alrededor de algún concepto básico y unificador." -Drucker (1978), p. 157. El artículo original apareció en 1960 en la revista *Technology and Culture*.

no determina una correspondencia rígida entre ambas<sup>68</sup>. En el caso de la teoría de la evolución de la tecnología de Basalla la analogía evolutiva se utiliza por su poder metafórico y *heurístico*, con precaución en contra de aplicaciones literales que pudieran llevar, por ejemplo, a realizar taxonomías de especies de artefactos como si de animales se tratara<sup>69</sup>. De cualquier forma, cabe preguntarse porqué es atrayente la teoría evolucionista a la hora de explicar la manera en la que sucede el cambio tecnológico, y si ello implica algún riesgo.

La clave de las teorías *evolucionistas* utilizadas para estudiar la tecnología se encuentra en la tesis de la continuidad de la tecnología. Ya en 1961 C.C. Davison demostró que no ha habido técnica pretérita que no tenga contrapartida en la moderna tecnología<sup>70</sup>. Es decir, que toda máquina, mecanismo, artefacto o herramienta (conceptual o física) tiene un antecedente, y que el cambio que percibimos es un proceso acumulativo<sup>71</sup>. Ahora bien, este proceso no es ni mecánico ni está preestablecido, de hecho la situación habitual de la humanidad ha sido la de largos períodos de estancamiento tecnológico salpicados de breves lapsos de gran creatividad, por tanto, la continuidad no es un suceso constatable momento a momento. Además, los períodos de creatividad tecnológica se producen a partir de que surgen actos de intuición basados más o menos en conocimientos y artefactos

---

<sup>68</sup> "La evolución biológica y el cambio tecnológico tienen suficientes similitudes como para que resulte interesante establecer entre ellos una analogía heurística y que siguiera nuevas maneras de pensar la historia económica del cambio tecnológico. También tienen suficientes diferencias como para que no se saquen inferencias inmediatas de la teoría de Darwin sobre temas como la Revolución Industrial. Pero, tales disimilitudes no invalidan *ipso facto* el empleo de la analogía." Mokyr (1993), p. 342.

<sup>69</sup> Al respecto véanse las apreciaciones de Basalla acerca de las diferencias entre la evolución biológica de los animales y la cultural de los artefactos, Basalla (1991), pp. 170 y 171.

<sup>70</sup> Davison (1978). El artículo originalmente apareció en 1961 en la revista *Technology and Culture*. Con anterioridad a Davison, Usher ya había llamado la atención sobre los elementos de continuidad y de acumulación en el proceso de invención -Usher (1954)-.

<sup>71</sup> Esto tiene una implicación en la teoría económica que Rosenberg expuso de forma concreta: "El sistema no ofrece aclaración cuando hacemos preguntas que tratan sobre la forma en que el campo de alternativas tecnológicas existente -en la frontera de posibilidades de producción- nació, y qué fuerzas específicas las generaron (...). Las posibilidades de sustitución de factores *de hoy* son, en otras palabras, el producto de las exploraciones tecnológicas *de ayer* (...). En efecto, existe un fenómeno de «derrame», que afecta a varios puntos de una hipotética isocuánta y no sólo a uno. Aunque la clase de movimientos en los que pienso son individualmente muy modestos, existe una gran evidencia para sugerir que son de mucha mayor importancia *de manera acumulativa*." Rosenberg (1979), pp. 75-78, las cursivas son del autor.

previos<sup>72</sup>. De hecho, cuando el acto de intuición aparece de forma repetida y simultánea es la mejor prueba de que nos encontramos en un período de creatividad tecnológica, y de que el fenómeno de acumulación se está dando, tal y como expresara R.L. Heilbroner:

El fenómeno del descubrimiento simultáneo es bien conocido. En nuestra opinión, el proceso del descubrimiento tiene lugar a lo largo de una frontera bien definida de conocimiento, y no más o menos al azar. Evidentemente, el concepto de *simultaneidad* es impresionista, pero el consiguiente fenómeno de la *acumulación* tecnológica sugiere también que la evolución técnica sigue un curso consecuente y determinado, más bien que un curso al azar.<sup>73</sup>

En este texto Heilbroner se acerca mucho a una concepción del progreso tecnológico como si éste fuera un flujo constante, que avanza lenta e inexorablemente, dando origen a una forma de crecimiento continua y predecible. Una concepción donde la estabilidad es el proceso de evolución; un mundo *wolfiano* anclado permanentemente en una fase estable de madurez<sup>74</sup>. Ahora bien, Heilbroner, como la mayoría de los *evolucionistas*, no dice que la evolución siga sólo un curso consecuente y determinado, él también da juego al azar. Plantear la analogía entre la teoría evolucionista darviniana y la *evolucionista* del cambio tecnológico limitándose a los conceptos de gradual y continuo a la hora de designar la esencia del cambio tecnológico, es olvidar la otra mitad de la teoría evolucionista, la que se basa en la *mutación*, y también es olvidar la incidencia que tiene el mecanismo de selección que opera en la evolución tecnológica. Como señala Mokyr, las teorías recientes "del cambio evolutivo aceptan explícitamente las bifurcaciones y catástrofes caóticas que pueden conducir a nuevos *estados de estabilidad* imprevisibles. (...) El cambio

---

<sup>72</sup> Basalla recoge de Usher la premisa del acto de intuición, presente según Usher en las síntesis acumulativa de todas las invenciones -Basalla (1991), p. 38-.

<sup>73</sup> Heilbroner (1978), p. 30.

<sup>74</sup> "Una tecnología estática es similar a un mundo hipotético de especies inmutables." Mokyr (1993), p. 344.

tecnológico se da gracia al surgimiento de nuevas ideas. Estas pueden aparecer al azar, «a ciegas» (...), o de forma sistemática con un gran componente fortuito."<sup>75</sup>

El fenómeno acumulativo, singularizado por la parte de la teoría de la evolución que hace hincapié en las características de gradualidad y continuidad que tienen los procesos de evolución, no entra en contradicción con la aparición de innovaciones completamente nuevas, fenómeno contemplado por la teoría de la evolución a la luz de las posibles mutaciones, o por la teoría del caos determinista a partir del concepto de bifurcación que, a su vez, encuentra su causa en la sensibilidad de cualquier trayectoria dinámica a las condiciones iniciales<sup>76</sup>. Al admitir que la tecnología se desarrolla mediante estas dos pautas (el cambio gradual y continuo y el cambio por mutación o bifurcación), que dan origen a los procesos de evolución, estamos acercándonos al concepto de "racimos de innovaciones" de Schumpeter, o al de "innovaciones de amplia adaptabilidad" de Keirstead y, lógicamente, al de *trayectoria natural* de Nelson y Winter y su derivación: la *trayectoria tecnológica* de Dosi. Esta adyacencia es debida a dos hechos: primero, que una *trayectoria* esta formada por varias innovaciones (mutaciones) y por sus racimos de innovaciones menores que forman generaciones de conocimientos, las cuales dan las características de gradualidad y continuidad al cambio tecnológico<sup>77</sup>, y segundo, que esas innovaciones (mutaciones e innovaciones menores) han sido el fruto de la exploración de variaciones siguiendo sendas que han superado antes la prueba de su utilidad y funcionamiento. Tener presente este segundo punto es esencial, ya que es como opera el mecanismo de selección en la evolución de la tecnología. Dicho mecanismo de selección permite, tanto al innovador como al imitador, que no se investigue la

---

<sup>75</sup> Mokyr (1993), pp. 339-400 y 345. Este componente fortuito es la causa por la cual los procesos de evolución, tanto natural como tecnológica, no tienen porqué llegar a lo óptimo. Pensar que el *homo sapiens sapiens* es el óptimo actual de la evolución natural es tan egocéntrico como situar a la tierra en el centro del universo.

<sup>76</sup> Respecto a este punto véase Gould (1991). Asimismo, para los términos de bifurcación y catástrofe que se insertan en la teoría dinámica no lineal o "caos determinista", véase Stewart (1991) y Ruelle (1993).

<sup>77</sup> "Hasta ahora las innovaciones incrementales o las radicales son aún intuiciones, son conceptos mal definidos. Por una parte existen los cambios revolucionarios, por otro están los cambios a lo largo de trayectorias naturales como las sugeridas por Nelson y Winter." Durand (1992), p. 361.

totalidad de las posibles variaciones de una innovación (lo que llevaría a una evolución continua y gradual dominada por la Ley de Wolf), pues se selecciona el paso siguiente en función de los pasos anteriores y del *paradigma* constituido. En otras palabras, el aprendiz *selecciona* los conocimientos útiles según la cercanía de estos al *paradigma* que persigue, excluye los conocimientos que hayan quedado caducos con respecto al *paradigma*, y guarda, si es que hay posibilidad de hacerlo, las nociones demasiado avanzadas en espera de que sean útiles en el futuro<sup>78</sup>. Las características de gradualidad y continuidad, la existencia de mutaciones y la manera en que se realiza la selección en el cambio tecnológico determinan que la evolución de una tecnología pueda concebirse adquiriendo una forma de *trayectoria tecnológica*. Ello requiere una explicación más pormenorizada.

## **1.2 Trayectoria tecnológica, niveles de acercamiento tecnológico y mecanismo de selección (aprendizaje).**

La repercusión inmediata de la existencia de generaciones de conocimientos tecnológicos es que dan pleno sentido a los *paradigmas* y *trayectorias*, ya que estos se van configurando a partir de una acumulación de productos científicos, tecnológicos e industriales realizados en el pasado por los agentes que trabajaron en tareas científicas y técnicas<sup>79</sup>. Una representación hipotética de esta acumulación está simbolizada en la figura 1.1. La curva en forma de "S" es el ciclo de vida de una

---

<sup>78</sup> Como señala H. Rohrer (Premio Nobel de Física en 1986) no hay tecnología actual que no se base en la creación científica previa que, en ocasiones, es demasiado avanzada como para tener aplicación industrial. "Antes o después se necesitará lo que estamos investigando ahora." -*EL PAÍS*, sección Sociedad, 5 de octubre de 1993, p. 26- Resulta muy interesante el mecanismo de transmisión del conocimiento del maestro al aprendiz, entendidos ambos términos en un sentido muy amplio, pero aquí no entramos en su investigación. Para mayor información al respecto véase Mokyr (1993), p. 353 y Hull (1988).

<sup>79</sup> Como ya se ha señalado algunos economistas adoptan este punto de vista -Dosi, Nelson y Winter, Pavitt, Freeman, Rosenberg, Basalla- y defienden que, los procesos de investigación y desarrollo son acumulativos o por lo menos continuos, por tanto, lo que se puede esperar conseguir por medio de ellos en el futuro estará restringido por lo que se haya sido capaz de hacer en el pasado -Dosi (1982) y (1988); Freeman, Clark y Soete (1985); Basalla (1991); Freeman (1975); Nelson y Winter (1982); Pavitt (1984) y Rosenberg (1979) y (1982)-.

*trayectoria tecnológica* formada por una sola tecnología -*trayectoria* y tecnología no varían, se identifican una con la otra-. La *trayectoria* está formada por unidades de diverso grado de complejidad científica y tecnológica -productos científicos, tecnológicos e industriales-, que a su vez tienen el valor de ser innovaciones mayores o menores. La figura 1.1 también presenta en síntesis estas unidades, las cuales se han destacado con círculos y cuadrados inscritos a lo largo de la curva de la *trayectoria*. Cada círculo está dentro de una de las fases de madurez de la tecnología, y a la vez, representa un tipo de investigación. Así nos encontramos al inicio de la *trayectoria* los estudios que permite percibir y formular un problema de índole tecnológica (letra "E"), a continuación los productos científicos de investigación básica y aplicada (letras "pc"), los productos tecnológicos (letras "pt") y, por último, los productos y procesos industriales (letras "pi"). Hay que entender que toda la curva estaría formada por una cadena de estos círculos y cuadrados (los círculos representan actividades más científicas mientras que los cuadrados sirven para las actividades más industriales)<sup>80</sup>.

Todas las unidades se hallan situadas en la curva con respecto a una escala diferente de madurez científica y tecnológica (madurez en el sentido de la Ley de Wolf), representada por cuatro fases: introducción, crecimiento rápido, crecimiento lento y madurez<sup>81</sup>. A este esquema se han añadido los tipos de investigación y procesos de aprendizaje predominantes en cada fase: percepción y formulación, investigación básica, aplicada y de desarrollo y los aprendizajes (en el proceso de fabricación, por el uso, por el error previo y por la interrelación del usuario con el productor -recíproco-) y, por último, comercialización<sup>82</sup>. En la primera fase, la de

---

<sup>80</sup> "Al final del espectro de la investigación básica, el proceso de aprendizaje implica la adquisición del conocimiento relativo a las leyes de la naturaleza. Resulta que una parte de este conocimiento tiene aplicaciones útiles para la actividad productiva. Al final del desarrollo de I+D hay un proceso de aprendizaje que consiste en buscar y descubrir las características del diseño óptimo de un producto." Rosenberg (1993), pp. 125 y 126.

<sup>81</sup> Hasta aquí el esquema sigue la representación de Pérez y Soete (1988), fig. 21.2. Para una mayor información sobre las diferencias de cada fase véase Cainarca, Colombo y Mariotti (1992), pp. 49-52.

<sup>82</sup> En cada uno de los tipos de investigación el mecanismo de selección que opera es el descrito anteriormente de aprendiz y maestro, o si se quiere alumno y maestro.

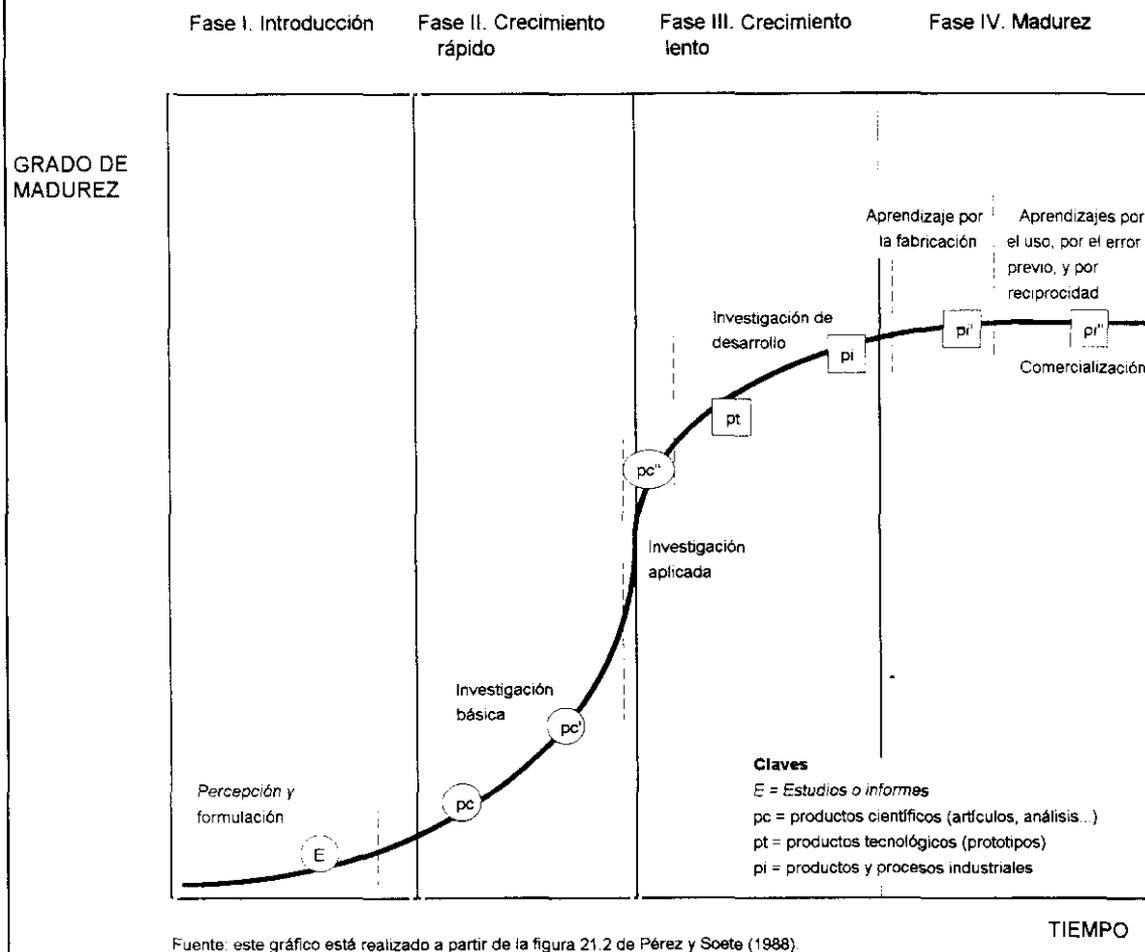
introducción, la actividad investigadora que prevalece está vinculada a los estudios e informes que sirven para percibir un problema tecnológico o un campo de investigación deficientemente explorado. La "E" de la figura 1.1 representará, por tanto, estudios, informes, descripciones y exploraciones<sup>83</sup>. Sólo al final de esta fase empiezan la investigación básica formada por estudios científicos que suponen nuevas formulaciones, principios y teoremas<sup>84</sup>. Tras la investigación básica seguiría la aplicada, caracterizada por el empleo de las formulaciones, principios y teoremas en problemas concretos encaminados a la resolución de problemas tecnológicos o industriales -"pc" a caballo entre la investigación básica y la aplicada-. A continuación se encuentra la investigación de desarrollo. Es la más amplia pues cubre conceptos tales como: prototipos, plantas y experiencias piloto, métodos de fabricación, mejoras de los productos y procesos, comienzo de la producción industrial, control de calidad, diseños, manuales e instrucciones y normas y marcas de calidad ("pt" en un sentido muy amplio). En la fase de madurez la investigación de desarrollo se conjuga con los procesos de aprendizaje debidos tanto a la realización industrial de los prototipos diseñados en la fase final de la investigación de desarrollo (transformación de "pt" en "pi"), como a la comercialización de los productos ya industrializados, y a la utilización de éstos por parte de los usuarios. Vuelven a aparecer tareas de las fases anteriores, como las mejoras de productos y procesos, la redacción de manuales e instrucciones de uso, así como de normas y marcas de calidad, que se modifican en el proceso de aprendizaje durante la fabricación, la comercialización y la utilización. Además, en esta fase aparecen los estudios de comercialización y prospectiva, así como las labores de reparación y servicio posventa. No hay que olvidar que desde el punto de vista tecnológico existe una continua *realimentación* en las fases finales entre los "pt" y los "pi".

---

<sup>83</sup> Esta fase corresponde a las premisas primera y segunda de la teoría de la invención de Usher -Usher (1954), pp. 53-86 y Basalla (1991), p. 38-.

<sup>84</sup> A partir de esta fase podrían darse las premisas tercera y cuarta de Usher.

**FIGURA 1.1. Ciclo de vida de una trayectoria tecnológica según los tipos de investigación y los procesos de aprendizaje en cada fase de su madurez.**



La distribución de los productos científicos, tecnológicos e industriales -"pc", "pt" y "pi"- que hemos presentado se ha resumido en el cuadro 1.1<sup>85</sup>. Aquí puede apreciarse como algunos de los denominados genéricamente "productos" se hallan en varias fases. Aparecen así porque el tipo de "producto" es el mismo, pero su complejidad científica o tecnológica no es necesariamente igual, ni tampoco su grado de madurez. El supuesto solapamiento es más notorio entre investigación de desarrollo y los procesos de aprendizaje. La diferencia clave es que cualquier

<sup>85</sup> Si se compara el cuadro 1 del presente estudio con la tabla 1 de Cainarca, Colombo y Mariotti - Cainarca, Colombo y Mariotti (1992), pp. 49-52- se observaran similitudes en las últimas fases, mientras que al principio, en la fase de introducción, la disimilitud es notable, porque el modelo de Cainarca, Colombo y Mariotti está diseñado desde la perspectiva de un análisis aplicable a empresas, y por tanto, no estudia la parte más científica de la tecnología.

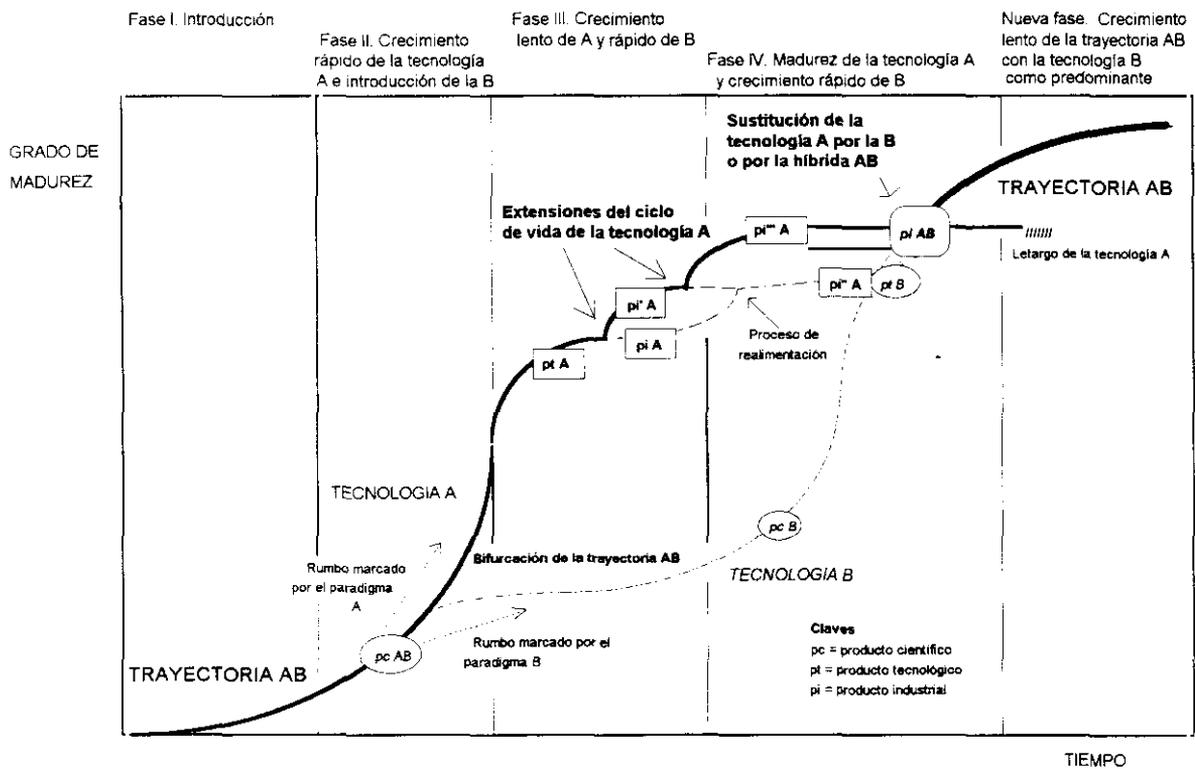
"producto" conseguido en la faceta investigadora de desarrollo se queda justo antes de la producción industrial. El corte en ocasiones no es limpio y son frecuentes los efectos de *realimentación* (aunque adelantando su explicación véase la figura 1.2 lo que se indica como Proceso de *realimentación*). Así por ejemplo suele darse el caso de que una empresa detecte que se puede mejorar parcialmente un producto ya industrializado (pi A en la figura 1.2), y que ante la incapacidad de desarrollarlo en sus instalaciones de producción sin la incorporación de personal de I+D, decida encargarlo a su departamento de I+D o a una empresa de ingeniería, mejorando ostensiblemente el producto hasta hacerlo tan competitivo como modelos más recientes (representamos este fenómeno con la curva de trazo discontinuo de pi A que enlaza con la fase de madurez del producto pi' A , dando origen a pi" A)<sup>86</sup>. En este caso esta mejora estaría integrada en la fase de madurez pero sería una tarea de investigación de desarrollo<sup>87</sup>.

---

<sup>86</sup> Las tareas de rediseño de un producto o proceso son frecuentes en la actividad tecnológica. R. Rothwell y P. Gardiner han estudiado este fenómeno, y señalan que a menudo un producto nuevo no lo es en todos sus aspectos, sino que más bien es un "rediseño" con determinadas novedades técnicas - Rothwell y Gardiner (1988), pp. 372-375.

<sup>87</sup> La asignación de los diferentes "productos" a los apartados de la contabilidad de las tareas de I+D puede realizarse siguiendo el manual de Frascati -OCDE-CDTI (1976) y las indicaciones de Freeman - Freeman (1975), Apéndice-.

FIGURA 1.2. Ciclo de vida de una trayectoria tecnológica con las principales fases de madurez y variaciones.



Fuente: este grafico está realizado a partir de las figuras 4, 5 y 6 de Keirstead (1948), 1 de Duijn (1981) y 21.2 de Pérez y Soete (1988).

En síntesis la figura 1.1 representa toda la serie de tareas de investigación y procesos de aprendizaje que aportan conocimientos más o menos complejos, más o menos maduros (detallados en el cuadro 1.1), que junto con las innovaciones mayores son los que forman la *trayectoria tecnológica*. Una vez llegados a este punto es importante retomar el concepto de *paradigma*. El *paradigma tecnológico* sería el conjunto, normalmente reducido de conceptos, innovaciones y mejoras que representan e indican el rumbo de la *trayectoria tecnológica*, y puede ser uno sólo de los "productos" (*e*, *pc* o *pi* en la figura 1.1) o varios. Al volver a recoger la idea de *paradigma* estamos planteando que, en algún momento, y a partir de la aparición de ciertos conceptos, innovaciones o mejoras se pueden abrir dos o más rumbos tecnológicos para una trayectoria, y que a partir de ese punto tendremos en una trayectoria varias opciones (que calificaremos con el término general de *variaciones* o *bifurcaciones*<sup>88</sup>) es decir, dos o más tecnologías sobre las que continuar (la figura 1.1 muestra una trayectoria de una sola tecnología, la figura 1.2 presenta una trayectoria de dos tecnologías -A y B- a partir del producto *pc AB*)<sup>89</sup>. De esta manera establecemos, que determinados conceptos asociados con conocimientos explícitos pueden ser el origen de una nueva tecnología (la *tecnología B* en la figura 1.2), o el nexo de unión de una tecnología, que había entrado en una larga fase de madurez, con otra emergente (producto híbrido *pi" A* junto con *pt B* de la figura 1.2).

---

<sup>88</sup> El término de *variaciones* es el utilizado por J.J. van Duijn -Duijn (1981)- Por su parte la denominación de *bifurcaciones* viene de la teoría del caos -Gould (1991), Stewart (1991) y Ruelle (1993)-.

<sup>89</sup> Según T. Durand lo que aparecería sería un intersticio (*seam*) entre dos tecnologías que siguen conservando objetivos comunes, pero que evolucionan bajo supuestos diferentes. Por ejemplo: sistemas electromecánicos frente a electrónicos en telecomunicaciones -Durand (1992), pp. 362 y 363.

**CUADRO 1.1. Distribución de los productos científicos, tecnológicos e industriales en función del grado de complejidad científica y tecnológica y de la madurez de la trayectoria tecnológica.**

	Fase I Introducción	Fase II Crecimiento rápido	Fase III Crecimiento lento	Fase IV Madurez
Percepción y formulación	estudios, informes, descripciones	exploraciones y expediciones		
Investigación básica		formulaciones, principios y teoremas		
Investigación aplicada		empleo de las formulaciones, principios y teoremas en problemas concretos ----->	encaminados a la resolución de problemas tecnológicos o industriales.	
Investigación de desarrollo			prototipos, plantas y experiencias piloto, métodos de fabricación, mejoras de los productos y procesos, ----->	comienzo de la producción industrial, control de calidad, diseños, manuales e instrucciones y normas y marcas de calidad
Aprendizajes por la fabricación, por el uso, por el error previo y por reciprocidad, más comercialización				mejoras de productos y procesos, redacción de manuales e instrucciones de uso, normas y marcas de calidad, estudios de comercialización y prospectiva, así como las labores de reparación y servicio posventa.

Las *variaciones* en una *trayectoria* no sólo marcan el origen de una nueva tecnología, de hecho este fenómeno es infrecuente. Las *variaciones* más numerosas son las extensiones del ciclo de vida de la tecnología por la aparición de nuevos productos industriales de diferente complejidad y madurez tecnológicas (desde el punto de vista de la teoría del caos serían *bifurcaciones*), un tema, por otra parte, estudiado por la "Teoría del ciclo de vida del producto"<sup>90</sup>. En la figura 1.2 se presentan los tres tipos de *variaciones* principales que alargan el ciclo de vida de una *trayectoria tecnológica*, antes de que las tecnologías de las que se compone entren en una fase de madurez o de letargo: la bifurcación tecnológica (en sentido estricto), la extensión del ciclo de vida de la tecnología y la sustitución de una tecnología por otra<sup>91</sup>. J.J. van Duijn al inicio de los años ochenta exploró esas posibilidades bajo el concepto de "ciclo de vida de una innovación"<sup>92</sup>. Duijn defiende la existencia de cuatro fases en dicho ciclo: introducción, crecimiento, madurez y declive. Aunque Duijn sólo se ocupa de innovaciones, lo cierto es que las fases que presenta también son aplicables a las tecnologías, y por tanto, resulta evidente la similitud de sus divisiones con la esencia de la Ley de Wolf. De hecho Duijn vuelve a elaborar dicha ley, pero agregando un matiz harto interesante que traba la Ley de Wolf con la Teoría del ciclo de vida del producto de S. Hirsch y R. Vernon<sup>93</sup>.

---

<sup>90</sup> La Teoría del ciclo del producto fue expuesta por S. Hirsch y aplicada a temas de comercio internacional por R. Vernon -Vernon (1966) y (1979); Gruber, Mehta y Vernon (1967)-. Para una síntesis de los autores que dan origen a la Teoría véase Aquino (1978), pp. 23-57.

<sup>91</sup> Al respecto de la sustitución de una tecnología por otra cuando una de ellas llega a su límite de saturación o a su madurez véase Silverberg, Dosi y Orsenigo (1990), p. 83. Un modelo similar al expuesto puede encontrarse en Cainarca, Colombo y Mariotti (1992), pp. 46-52. Una interesante representación empírica puede verse en Kaplinsky (1983), fig. 3.

<sup>92</sup> Duijn (1981).

<sup>93</sup> "Los ciclos de vida habitualmente presentan una forma de "S", hasta su fase de declive, con un decrecimiento gradual en las tasas de producción [lo que expresado en otros términos sería la tercera ley de Wolf]. Aunque existen varias interpretaciones y aplicaciones de la curva de crecimiento en forma de "S", estas pueden reducirse a dos tipologías principales: la del límite de posibilidades para ulteriores perfeccionamientos técnicos habiéndose llegado a un cierto estado de la tecnología [Ley de Wolf en su sentido amplio], *versus* el límite de posibilidades para una posterior penetración en el mercado habiéndose llegado ya a una determinada tasa de penetración [Teoría del ciclo de vida del producto]. Ambas interpretaciones pueden aplicarse a un ciclo de vida de una innovación." Duijn (1981), p. 265. Al igual que en el caso de Mokyr tampoco Duijn cita directamente a Wolf, pero sus apreciaciones son ciertamente similares.

Alcanzado este punto podemos decir que tenemos una representación sintética de como evoluciona la tecnología. Un esquema interpretativo que no hay que olvidar, lo hemos hecho depender del concepto de *trayectoria tecnológica*. Este modelo puede complicarse si se van planteando los interrogantes precisos, el más revelador de los cuales surge al preguntarnos hasta qué punto este proceso de evolución de la tecnología es un fenómeno local o universal<sup>94</sup>. O dicho de otra forma, queda por conocer cómo responde el modelo al hecho de que países que no han influido en el pasado sobre una *trayectoria tecnológica*, consigan incorporarse a ella<sup>95</sup>. Esta cuestión arroja luz porque va al núcleo del problema de los países que se modernizan con retraso.

Para contestar a esta cuestión primero hay que saber por qué determinadas economías han sido capaces de generar un flujo continuo de tecnología y otras no, y sin embargo con el paso de los años algunas de estas últimas han conseguido acercarse, cuando no rebasar, a las primeras. La explicación más convincente es la de Mokyr. Este autor desmiente las teorías tradicionales sobre la causa del progreso tecnológico: la necesidad de solucionar problemas de escasez de recursos, la guerra vista como el aliciente fundamental para la renovación de las técnicas y la aparición de las innovaciones, la mejora de la nutrición, que permite utilizar el factor trabajo en la consecución de mejoras técnicas en vez de en la búsqueda de alimentos, la disposición a aceptar riesgos, el medio geográfico y, por último, los costes elevados en la mano de obra como aceleradores del progreso tecnológico<sup>96</sup>. En oposición a estas causas no universales, Mokyr sintetiza su teoría de la siguiente manera:

---

<sup>94</sup> Por supuesto hay autores como P. David que defienden lo que se conoce como *dependencia de la trayectoria*, que quiere decir que el cambio tecnológico tiende a ser local, ya que se subordina en primer lugar a su pasado, es decir, las economías más avanzadas se mantendrán a la cabeza del progreso. La posición antagónica es la Ley de Cardwell, una observación empírica que indica que ninguna economía ha sido el líder tecnológico durante un período históricamente largo. Esta polémica es recogida y analizada por Mokyr (1993), pp. 205-209 y 260 y siguientes.

<sup>95</sup> Como señala Mokyr -Mokyr (1993), p. 238- en el siglo XVII, "Inglaterra era considerada una sociedad atrasada que dependía de los extranjeros para su ingeniería y su industria textil; para el siglo XIX se había invertido el proceso."

<sup>96</sup> Mokyr (1993), cap. 7.

El progreso tecnológico depende del grado en que el *homo creativus* sea a la vez *homo economicus*<sup>97</sup>.

Desde esta perspectiva la cuestión ya no es por qué solamente en algunas economías aparecen las innovaciones -economías donde la creatividad humana es dirigida principalmente hacia objetivos prácticos-, sino por qué algunas sociedades levantan impedimentos culturales, sociales y legales a la posibilidad de innovar -economías donde la creatividad humana es dirigida hacia objetivos espirituales cuando no desperdiciada en fanatismos-. La respuesta más sencilla es que como las innovaciones pueden cambiar a la larga el orden social establecido, los que ocupan las posiciones dominantes dentro de éste se opondrán para sostener su superioridad. Esta respuesta es en extremo insubstancial, aunque sea cierto que siempre aparecen fuerzas conservadoras en las sociedades que paran su progreso tecnológico, pero como el propio Mokyr señala no hay "explicaciones breves, ni teoremas simples" para explicar el atraso tecnológico:

Es difícil pensar qué condiciones serían necesarias o suficientes para alcanzar un alto grado de creatividad tecnológica. Un gran número de factores sociales, económicos y políticos entran en la ecuación para crear un clima favorable al progreso tecnológico. Asimismo, puede ocurrir que un ambiente favorable sea insuficiente si no surgen nuevas ideas tecnológicas.<sup>98</sup>

Ante esta respuesta es evidente, que hoy por hoy, resulta importante realizar el mayor número análisis de casos, en los que determinadas economías hayan conseguido acercarse, en el sentido tecnológico, a las economías líderes. La cuestión no es saber la causa por la que se inicia el acercamiento -que como vemos sólo podemos intuir en términos generales-, sino el cómo. Respecto de esta nueva cuestión nuestro punto de partida está en lo que Newton dijera a Francis Aston: "la misión del viajero es aprender, no enseñar." D.S. Landes utilizó los consejos que diera Newton a Aston antes del viaje de éste hacia el Este, para señalar la disposición y el deseo de

---

<sup>97</sup> Mokyr (1993), p. 222.

<sup>98</sup> Mokyr (1993), p. 371.

los europeos por conocer los oficios y las artes de otras sociedades. La conclusión de Landes era rotunda: "los buenos innovadores son buenos imitadores."<sup>99</sup>

La polémica en torno a cómo una economía se acerca a otra en el plano tecnológico podría resumirse en una palabra: imitándola<sup>100</sup>. Sin embargo, la cuestión es más laboriosa a la hora de mostrar como una economía imita a otra en lo referente a la tecnología<sup>101</sup>. En primer lugar, porque una economía que quiere ponerse al día en tecnología suele imitar experiencias de muy diversos orígenes, ello es así por la propia composición de toda *trayectoria tecnológica* (el aprendiz estará mejor formado cuanto más y mejores maestros haya tenido). Para entender esta complicación del proceso hay que agregar un concepto del que aún no habíamos hecho uso: la *frontera tecnológica*.

Este concepto es sencillo y ha sido descrito por S. Gomulka. Para él la *frontera tecnológica* es el conjunto de métodos de producción existentes en un momento y espacio concretos, capaces de conseguir la mayor productividad en el mundo a la hora de realizar un producto determinado. Por tanto, Gomulka entiende que la *frontera* está constituida por los productos y servicios de una colección de empresas que son las líderes en la consecución de los mismos en el mundo<sup>102</sup>. La definición de Gomulka es un tanto restrictiva en comparación a la de Dosi, ya que concede tan sólo a la actividad productiva de las empresas la capacidad de lograr los hitos que van configurando una *trayectoria*<sup>103</sup>. Sin embargo, para Dosi la *frontera tecnológica* es simplemente el nivel

---

<sup>99</sup> Landes (1979), pp. 42-48.

<sup>100</sup> J.S. Metcalfe desarrolló el modelo de difusión como un modelo donde el imitador se ahorra los costes del aprendizaje por la fabricación realizando, lo que él denomina, *learning by observing* (aprendizaje por la observación). Es decir, el imitador estudia las experiencias del innovador y de los primeros que han adoptado la innovación, para aprender lo que debe evitar e imitar sólo lo adecuado -Metcalfe (1981), pp. 348-350-.

<sup>101</sup> Suele mantenerse que el que imita, imita porque se enfrenta a costes menores que el innovador. Este aserto no es absolutamente cierto. E. Mansfield, M. Schwartz y S. Wagner encontraron que en una muestra de 48 innovaciones, uno de cada siete imitadores tuvo costos superiores al innovador, debido a los conocimientos previamente acumulados en otros proyectos por parte del innovador -Mansfield, Schwartz y Wagner (1981), p. 337-.

<sup>102</sup> Gomulka (1990), p. 169.

<sup>103</sup> Las figuras 1 y 2 nos muestran unas *trayectorias* que son a la vez *fronteras tecnológicas*.

máximo, que toda tecnología alcanza dentro del conjunto de actividades económicas y tecnológicas caracterizadas por la utilización de esa tecnología<sup>104</sup>. En las definiciones de ambos autores es perceptible la idea de que la *trayectoria* está compuesta de aportaciones procedentes, en cada momento, de diferentes orígenes (para Gomulka de diferentes empresas), y que ello hace que la tarea de acercarse a la *trayectoria*, o a la *frontera*, por parte de otra economía, sea una labor de imitación de productos y procesos originados en una multiplicidad de instituciones, principalmente empresas. El concepto de *frontera tecnológica* está ligado, sobre todo desde la perspectiva de la economía que imita, al de *brecha tecnológica (technology gap)*, que es la distancia que separa un producto o servicio realizado con una tecnología superada, se entiende que por la que ahora es *frontera tecnológica*, del producto o servicio realizado con la tecnología que es actualmente la *frontera*.

Dos cuestiones se suscitan y deben ser detalladas a raíz de la introducción de los conceptos de *frontera* y *brecha*, para ello basaremos la explicación en la figura 1.3. La primera de las cuestiones es, que la economía que imita (en la figura 1.3 se trata de pc 1', pc 2', pt' y pi 2), imita productos y procesos concretos (pc 1, pc 2, pt y pi 1), y en el mejor de los casos intenta seguir *paradigmas*. Por tanto, no reproduce todos los pasos concatenados que han dado lugar al desarrollo histórico de una *trayectoria*, se "ahorra" los productos intermedios, los que no son indispensables en la concepción del *paradigma*, eso sí, a costa de la solidez y la diversificación de su *trayectoria*. Por fuerza ésta será discontinua, con períodos vacíos y conocimientos no alcanzados a su debido momento, que resultarán imposibles de paliar, a no ser que se haga un esfuerzo creciente y continuado en investigación y desarrollo, o que se promueva la realización masiva de contratos de transferencia de tecnología, o una combinación de ambos hechos. Desde esta perspectiva, debemos olvidar la representación de la *brecha tecnológica* como si de dos *trayectorias* paralelas se tratase. La segunda de las cuestiones es, que la *brecha tecnológica* se logra cerrar de forma paulatina

---

<sup>104</sup> Dosi (1984), pp. 17 y 40.

alcanzando diferentes *niveles de acercamiento tecnológico*, que van desde la utilización del producto o servicio a imitar, hecho relativamente sencillo, hasta la producción de innovaciones susceptibles de formar parte de la *frontera*, hecho inusual (los *niveles* para cada tipo de producto se han especificado en el margen derecho de la figura)<sup>105</sup>. Lógicamente, también en la consecución de los niveles de acercamiento tiene que haber un esfuerzo en investigación o la firma de contratos de transferencia. El cierre de la *brecha* se da cuando el conjunto de instituciones y empresas de un país, asociadas a una determinada *trayectoria tecnológica* consiguen realizar periódicamente innovaciones que se sitúan directamente en la *frontera* (pi 2 en la figura 1.3). Es en ese momento, cuando la economía pasa de imitadora a imitable, y su presencia en los indicadores bibliométricos para los productos científicos, de patentes para los productos tecnológicos, y de competitividad comercial de las exportaciones para los productos industriales, encuentra fácilmente una constatación.

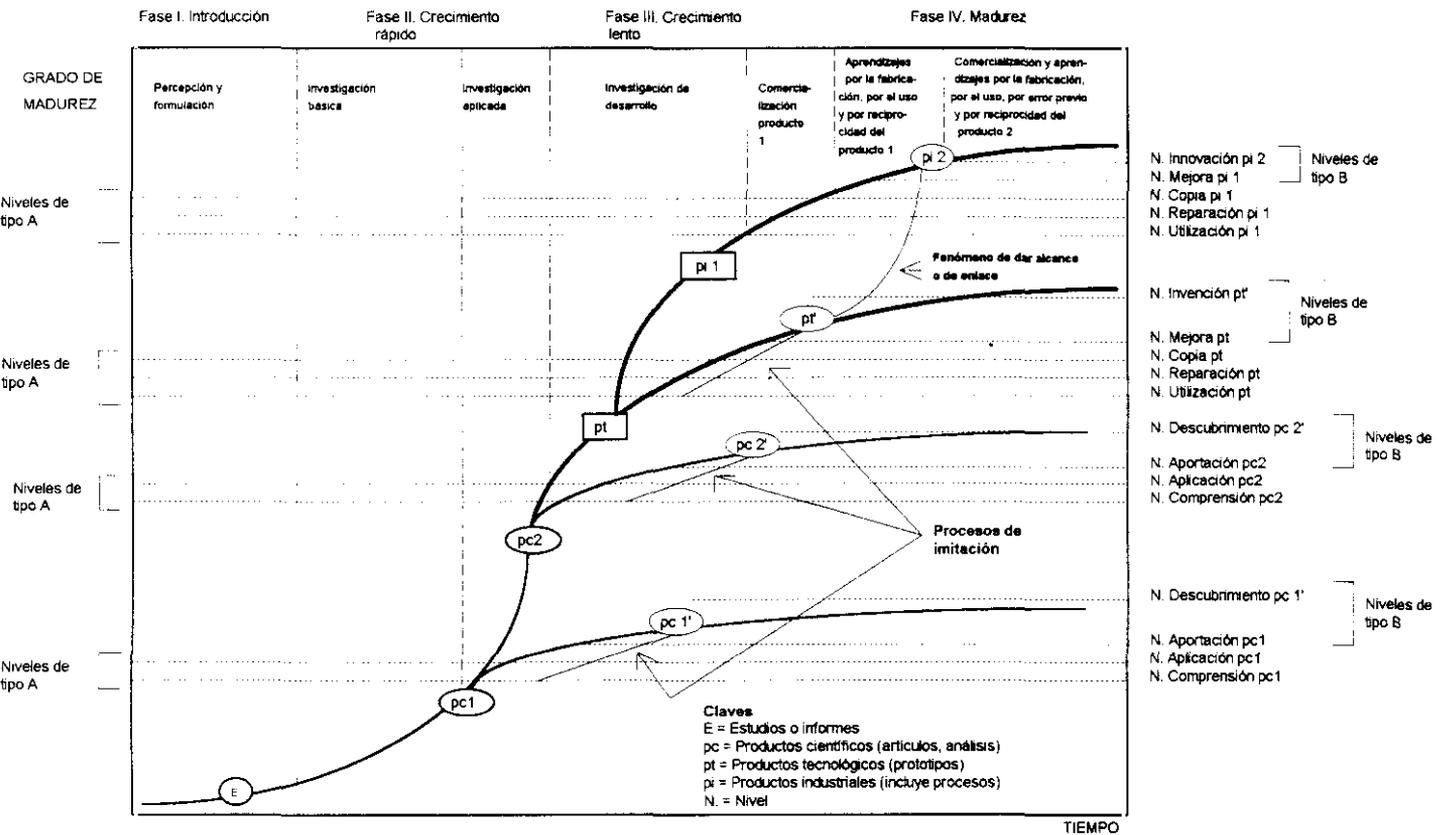
El cierre de la *brecha* está representado en la figura 1.3 por la línea de trazo fino indicativa de la existencia de un fenómeno de alcance (parte superior derecha entre pt' u pi 2). Si extraemos ese fenómeno y lo comparamos con el de proceso de *realimentación* de la figura 1.2, observaremos su evidente parecido<sup>106</sup>. En realidad se trata del mismo fenómeno, que es la consecuencia del mecanismo de selección en el cambio tecnológico, ya que el perfeccionamiento de un precedente común (la mejora que supone pt' con respecto a pt) permite lograr una innovación (pi 2).

---

<sup>105</sup> La importancia de estos niveles de aproximación tecnológica se expuso en un trabajo empírico de A. Gómez Mendoza y S. López García -Gómez Mendoza y López García (1992), pp. 168-171-

<sup>106</sup> Los niveles de acercamiento que aquí estamos exponiendo pueden ser sustituidos por los patrones de "rediseño" fijados por Rothwell y Gardiner -Rothwell y Gardiner (1988), p. 375-

**FIGURA 1.3. Ciclo de vida de una trayectoria tecnológica con las principales fases de madurez, tareas de investigación, procesos de aprendizaje y niveles de acercamiento tecnológico.**



Fuente: este gráfico está realizado a partir de las figuras 4, 5 y 6 de Kærstaaed (1948), 21.2 de Pérez y Soete (1988) y 1 de Duijn (1981).

Básicamente la explicación del modelo de la *trayectoria tecnológica* está concluida, pero antes dijimos que el acercamiento tecnológico se puede representar en una serie de niveles. Dichos niveles de acercamiento son diferentes cuando lo que se trata de imitar es, o bien un producto científico, o bien uno tecnológico, o bien uno industrial. En la figura 1.3 se han representado los principales niveles en relación a los distintos tipos de productos. Para todos los bienes rige el principio de que existen dos tipos de niveles: los necesarios pero insuficientes para lograr el acercamiento tecnológico (en la figura 1.3 se agrupan como niveles de tipo A, y se denominan como: de comprensión, de aplicación, de utilización, de reparación y de copia), y los que realmente permiten el acercamiento (en la figura 1.3 se aglutinan bajo el apelativo de niveles B, y se designan como: de aportación, de descubrimiento, de mejora, de invención y de innovación).

Por debajo de los niveles A de la figura 1.3 no hay base alguna que permita un acercamiento científico, tecnológico o industrial. Los niveles A de acercamiento en los productos científicos son tres. Primero, el nivel más bajo, que es el de comprensión (véase en la figura 1.3 los niveles en el margen derecho de los pc 1 y pc 2), que se logra cuando una masa crítica de personas ha estudiado y comprende determinados conceptos, fórmulas y principios científicos. Este nivel se puede considerar plenamente logrado cuando dichos conceptos, fórmulas y principios son impartidos y estudiados al menos en los cursos superiores de las universidades. El siguiente nivel es el de aplicación. Se trata del nivel en el que los conceptos, fórmulas y principios son empleados para el estudio de problemas locales. Su importancia será mayor cuanto menos imitativa sea la aplicación de la que se hace en el resto del mundo, pero sin caer en una excesiva especialización.

Tanto para los productos tecnológicos como para los industriales los niveles A son los mismos. El inferior es el de utilización. Se entiende que el primer paso para imitar un producto es saber como funciona, no es otra cosa que el aprendizaje por el

uso. Un buen indicador del nivel de utilización se obtiene revisando la producción de normas y marcas de calidad. Representa de manera aceptable el hecho de que determinados productos son entendidos y se están utilizando. El siguiente nivel es el de reparación. Tal vez este nivel junto con el siguiente, el de copia, son los que menos explicación necesitan, tanto por la tarea que implican, como por su valor como medio para permitir un proceso de imitación ulterior. Ambos suponen la reproducción clónica, más o menos artesanal, del producto a imitar. Una es una reproducción parcial (la reparación) y la otra total (la copia). Al igual que el nivel de uso es similar al proceso de aprendizaje por el uso, también podemos establecer una semejanza entre el nivel de copia y el proceso de aprendizaje del tipo del aprendizaje en el proceso de fabricación.

Los niveles de tipo B son los que realmente permiten el acercamiento a la *frontera tecnológica*. En los productos científicos distinguimos dos niveles: el de aportación y el de descubrimiento (véase figura 1.3). El primero suele ser frecuente en cuanto la comunidad científica de un determinado país alcanza un grado mínimo de internacionalización. Dicho grado se logra, por ejemplo, con la permanencia de becarios durante varios años en el extranjero hasta superar la realización de tareas rutinarias en el grupo de investigación a los que están adscritos. Se trata del nivel en el que los científicos mejoran los análisis y desvelan los fallos de anteriores formulaciones y principios, pero no presentan nuevos tipos de análisis o teorías, esto ya sería del nivel de descubrimiento. Si las aportaciones o los descubrimientos son tan importantes como para formar parte del *paradigma* de una tecnología, y la comunidad científica es lo suficientemente grande e internacionalizada, y la *trayectoria* o la tecnología está en sus inicios, entonces se puede dar ya un fenómeno de alcance.

Los niveles de tipo B con respecto a los productos tecnológicos son dos: el de mejora y el de invención. Alcanzar el nivel de mejora representa poder realizar el enlace con la *frontera tecnológica*. Cuanto menos localista y especializada sea la

mejora más posibilidades tendrá de incorporarse a la *frontera*. Igual sucede con la invención. Por último, y con respecto a los productos industriales los niveles de tipo B también son dos: el de mejora y el de innovación. Lógicamente con el de mejora nos encontramos con un fenómeno igual al de su homónimo para los productos tecnológicos. El que es diferente es el de innovación, pues alcanzar este nivel es haber conseguido enlazar con la *trayectoria* o la tecnología. El nivel de innovación viene dado cuando se consigue comercializar un producto claramente superior en prestaciones al precedente (pi 2 con respecto a pi 1 en la figura 1.3). Es en este tipo de modelos donde se aprecia, que la consecución de una innovación es en cualquier caso un proceso acumulativo y evolutivo, pero no lineal, debido al mecanismo de selección del cambio tecnológico<sup>107</sup>.

Ante la figura 1.3 caben hacer tres apreciaciones. La primera está en relación con la figura 1.2. Tanto los procesos de imitación como los fenómenos de dar alcance o de enlace pueden ser asumidos como una variación más del modelo de Duijn, ello es cierto, y supone un fuerte punto en contra de las posiciones más extremas de crítica por parte de los economistas de "la dependencia tecnológica". La segunda es una consideración relevante a la hora de utilizar el modelo en análisis empíricos. Se trata de tener en cuenta que el modelo expuesto debe aplicarse teniendo muy presente la escala industrial en la que se da el proceso de imitación, por tanto, esta advertencia rige especialmente en los procesos de imitación de los productos industriales y en especial en los sectores económicos concentrados en pocas empresas de gran tamaño<sup>108</sup>. No es lo mismo copiar un producto de forma artesanal, que realizarlo a escala industrial. Lo primero no deja de ser en cierto sentido una "maqueta" a tamaño natural de un producto, mientras que lo segundo es una auténtica réplica, que muestra las posibilidades reales de una economía para imitar un

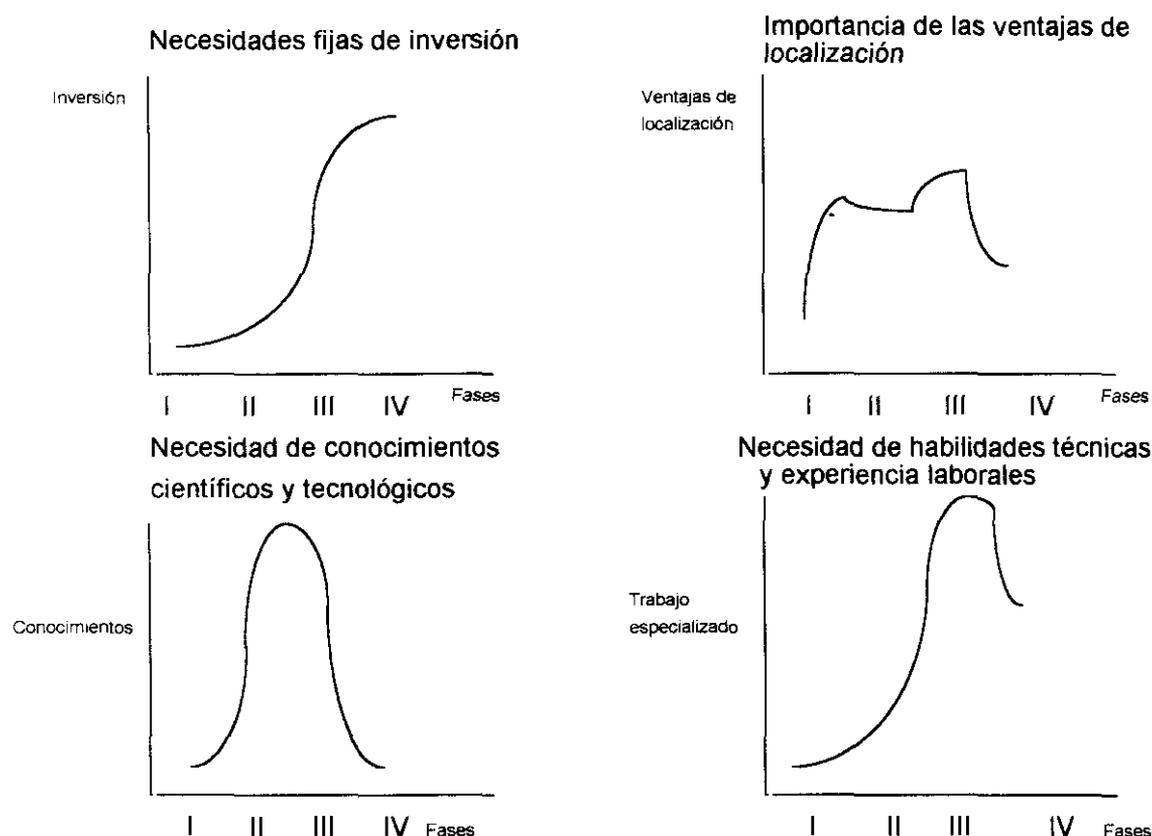
---

<sup>107</sup> El imitador no imita toda una *trayectoria* sino sólo su *paradigma*. El imitador a menudo realiza los mismos pasos que el innovador sólo con respecto al producto, proceso, investigación, equipamiento o comercialización que desea imitar -Mansfield, Schwartz y Wagner (1981), p. 912-, pero no imita *trayectorias* ni tecnologías.

<sup>108</sup> Mansfield, Schwartz y Wagner (1981), p. 914.

determinado producto industrial. La tercera apreciación merece un tratamiento más detenido, pues plantea que, una vez conocido el cómo se imita es necesario saber cuándo es mejor imitar, o lo que es lo mismo, conocer las variaciones en los componentes del coste de enlazar con una *trayectoria* en función de las fases de madurez del ciclo de vida de ésta.

**Figura 1.4. Variaciones en los componentes del coste de entrar en función de las cuatro fases del ciclo de vida de una trayectoria tecnológica.**



Fuente: gráficos realizados a partir de la figura 21.3 de Pérez y Soete (1988).

Como hemos visto el imitador no se enfrenta a la reproducción de la misma *trayectoria* que los innovadores, tiene la posibilidad de imitar un producto invirtiendo menos dinero y trabajo que el innovador original. Puede incorporarse a la *trayectoria*

en diferentes fases de madurez en función de sus propias facultades y de su particular estrategia, sabiendo que el coste de entrar en uno u otro momento varía. Si volvemos a la figura 1.1 (utilícese también el cuadro 1.1) y hacemos una superposición imaginaria de la curva de la trayectoria sobre los cuatro gráficos de la figura 1.4, obtendremos una imagen aproximada de como los diferentes costes afectan al imitador a la hora de acercarse a una *trayectoria*.

En la primera fase, la de introducción, las necesidades de inversión son pequeñas, puesto que se requiere poco dinero para la redacción de estudios, informes y descripciones. Las ventajas de la localización juegan en esta fase una importancia que se podría denominar "potencial", pues en los estudios preliminares y dependiendo del tipo de producto que se quiera producir o imitar, la localización del centro que vaya a realizarlo juega un papel relevante. Así por ejemplo, si lo que se quiere es conseguir mejorar la calidad de los aceites de oliva, lo lógico será que en los estudios preliminares se señale una zona olivarera como una región propicia para instalar un centro de investigación o una planta industrial. Las necesidades de conocimientos científicos y tecnológicos serán altas, y aumentarán rápidamente en cuanto se entre en las primeras investigaciones de carácter básico. Por último, las exigencias con respecto a las habilidades técnicas y la experiencia laboral son reducidas. Ante esta situación queda claro que el entrar en una línea de investigación en la primera fase será relativamente factible. En buena medida todo depende de lo al día que se esté con respecto a los proyectos que se llevan a cabo en otros países. Un buen estudio será el que sepa determinar la conveniencia de iniciar una línea de investigación en relación a la futura competencia con líneas similares en el resto del mundo. Indudablemente, si la economía local ofrece alguna ventaja comparativa por su ubicación y cuenta con un grupo de científicos cualificados, la opción de emprender un proyecto de investigación tendrá más sentido que si no es así. Aparentemente entrar en esta fase es sencillo si se conoce a los futuros adversarios, pero la perspectiva de la siguiente etapa puede desanimar.

En la segunda fase las necesidades de inversión crecen a un ritmo alto, las ventajas de localización siguen siendo "potencialmente" importantes, aunque si se trata de investigaciones relacionadas con exploraciones terrestres, marítimas o espaciales llega a ser determinante. Además, es el momento en el que se precisa un personal científico altamente cualificado y, en una cantidad suficiente como para continuar el mayor número de líneas de investigación aparentemente prometedoras, aunque al final puedan ser auténticos atolladeros (una característica más del proceso de selección del cambio tecnológico). La demanda de personal técnico evoluciona lentamente, aunque si se trata de diseños esencialmente mecánicos puede aumentar rápidamente. En esta fase las barreras de entrada son ya altas. Los países con una arraigada tradición científica pueden aventurarse sin demasiados problemas, para el resto, primero habría que haber seguido o bien una política de becarios en el extranjero, que deberían estar volviendo en ese momento, o una política de importación de científicos, ingenieros y técnicos extranjeros. En síntesis, un aumento de las opciones tecnológicas con un alto grado de inseguridad en los resultados finales de muchas de ellas. Pero de no ser así, los proyectos de investigación que se pusieran en funcionamiento tendrían un marcado carácter aplicado y localista. Es un tiempo complicado para los imitadores que no hayan planificado previamente sus objetivos. Las improvisaciones terminarían resultando costosísimas, bien por que se pierden oportunidades al quedarse realizando tareas aplicadas y de repercusión local, bien porque se gasta demasiado en becas o en importación de capital humano en tecnologías que, tal vez, la economía local no puede luego utilizar o asimilar<sup>109</sup>.

En la tercera fase las necesidades de inversión se incrementan fuertemente, a veces no tanto por su cifra global, como por los plazos de tiempo en los que deben

---

<sup>109</sup> Un caso particular de elevado costo producido por la falta de continuidad en una política de I+D ha sido estudiado por S. López García en la ponencia "La Compañía Telefónica de España 1970-1982: La oferta de la Red Especial de Transmisión de Datos", *Actas del V Congreso de la Asociación de Historia Económica*, San Sebastián, 29 sep.- 1 oct., 1993, vol. 1, pp. 139-154.

realizarse. Las ventajas de localización son fundamentales. El emplazamiento de los laboratorios y las plantas semiindustriales son decisiones que, si son mal tomadas, contraerán graves perjuicios. Es el período de las máximas necesidades de conocimientos científicos y tecnológicos, pero además es en esta fase cuando los científicos, los tecnólogos y los técnicos deben conjugar sus saberes y trabajar en equipo, a menos que exista un sistema de información muy eficaz que transmita los trabajos de unos a otros. Como vemos ésta es la etapa donde el capital humano es el factor principal. Su cuantía y su estructura (científicos, tecnólogos, técnicos y trabajadores cualificados) determinarán las posibilidades tanto del innovador como del imitador.

La cuarta fase necesita fuertes inversiones. Es el momento de pasar de las instalaciones de laboratorio y semiindustriales a las industriales, por tanto, la modernidad de éstas y del capital fijo acumulado supondrán un factor decisivo, de lo contrario habrá que realizar fuertes inversiones. Las ventajas de la localización jugarán en este período en favor, pero sin ser determinantes, del lugar que ofrezca una mayor cercanía de materias primas que componen los prototipos, o de la vecindad con un centro académico que provea de investigadores y técnicos, o de la proximidad de industrias relacionadas con la tecnología básica de los proyectos de investigación, pero su importancia será menor que lo era en la fase tercera. La exigencia de científicos y tecnólogos descenderá cuanto más normalizada esté la producción en cadena. Igual sucederá con los técnicos y personal cualificado, que verán disminuir sus probabilidades de aportar mejoras al producto, ante las rigideces que ocasionan las cadenas de montaje y la obtención de economías de escala.

Las fases primera y cuarta se adivinan como las más factibles a la hora de incorporarse a una *trayectoria tecnológica*, o al menos de intentar imitarla. Pero, entrar en una u otra fase es muy diferente. En la primera el desconocimiento de como va a evolucionar la *trayectoria*, y lo que ello representará en términos de gasto económico y

necesidades de personal científico y técnico en el futuro, juega en contra del simple imitador, a no ser que siga una política de presupuestos consecuente<sup>110</sup>. Aparentemente, la "ventana" abierta al imitador está en la fase de madurez. Pero esto no es tan sencillo. Acceder en uno u otro momento no es sólo el fruto de una decisión en función de los componentes de los costes de entrar (reflejados en la figura 1.4). Esto exclusivamente sería posible si cada producto fuese independiente, es decir, un hecho aislado; mas la realidad es otra, lo que se imita son *paradigmas*, y por tanto el fenómeno de enlace vendrá dictado, principalmente, por la propia evolución del *paradigma* y, secundariamente, por las posibilidades del imitador de hacer frente a los componentes del coste de entrar. Aún hay que ir más lejos. Al ser los *paradigmas* los que se imitan, es la naturaleza de cada *paradigma* la que dictará la estructura de los costes. Cada *paradigma* será un caso particular, y podrán hallarse desde los muy asentados en ciencia básica, hasta los que se fundamentan en conocimientos aplicados. En función de la naturaleza del *paradigma tecnológico* algunas de las fases de la *trayectoria* pueden ser mínimas. Los gráficos de la figura 1.4 sólo son válidos para una *trayectoria* como la de la figura 1.1<sup>111</sup>. Por ello, cada caso de establecimiento o imitación de un *paradigma* debe ser estudiado individualmente. Ahora bien, no hay que olvidar al realizar estos análisis específicos que el objetivo es reconocer las conexiones entre el cambio tecnológico y el crecimiento económico, y que por tanto, interesará saber cuales son los costes que mejor puede soportar una economía en función de los *paradigmas* que desea imitar<sup>112</sup>.

---

<sup>110</sup> Un ejemplo sería la industria aeronáutica española en los años veinte -Gómez Mendoza y López García (1992)-.

<sup>111</sup> Así por ejemplo si hubiéramos seguido el modelo de Cainarca, Colombo y Mariotti -Cainarca, Colombo y Mariotti (1992), pp. 46-52-, que está más ligado a la actividad innovadora que se da únicamente en la empresa, tendríamos unas representaciones gráficas diferentes.

<sup>112</sup> "El potencial para que se de un proceso de acercamiento tecnológico permanecerá, en cualquier caso, sujeto a muchos de los diferentes umbrales de los niveles [niveles de madurez tecnológica] y a los componentes de los costes de entrada (...) Las ventajas de localización y de infraestructuras no caen del cielo, ni dan una particular dotación de recursos para el país en lo referente al personal científico y técnico ni a las habilidades del mismo. Todo ello es por contra el resultado de un desarrollo histórico previo, más unos recursos naturales y unos factores sociales, culturales y políticos. Además, dependiendo de la naturaleza del nuevo paradigma, este resultar excelente, muy bueno, malo o, lamentablemente, inadecuado para un país en particular. Al mismo tiempo, si se ha alcanzado alguna ventaja gracias a las nuevas oportunidades y a las condiciones favorables, no obstante, se requiere la capacidad para apreciarlo, la competencia y la imaginación para intentarlo y una estrategia adecuada, así como contar con unas condiciones sociales y una política para llevarlo a cabo." Pérez y Soete (1988), pp. 477-478.

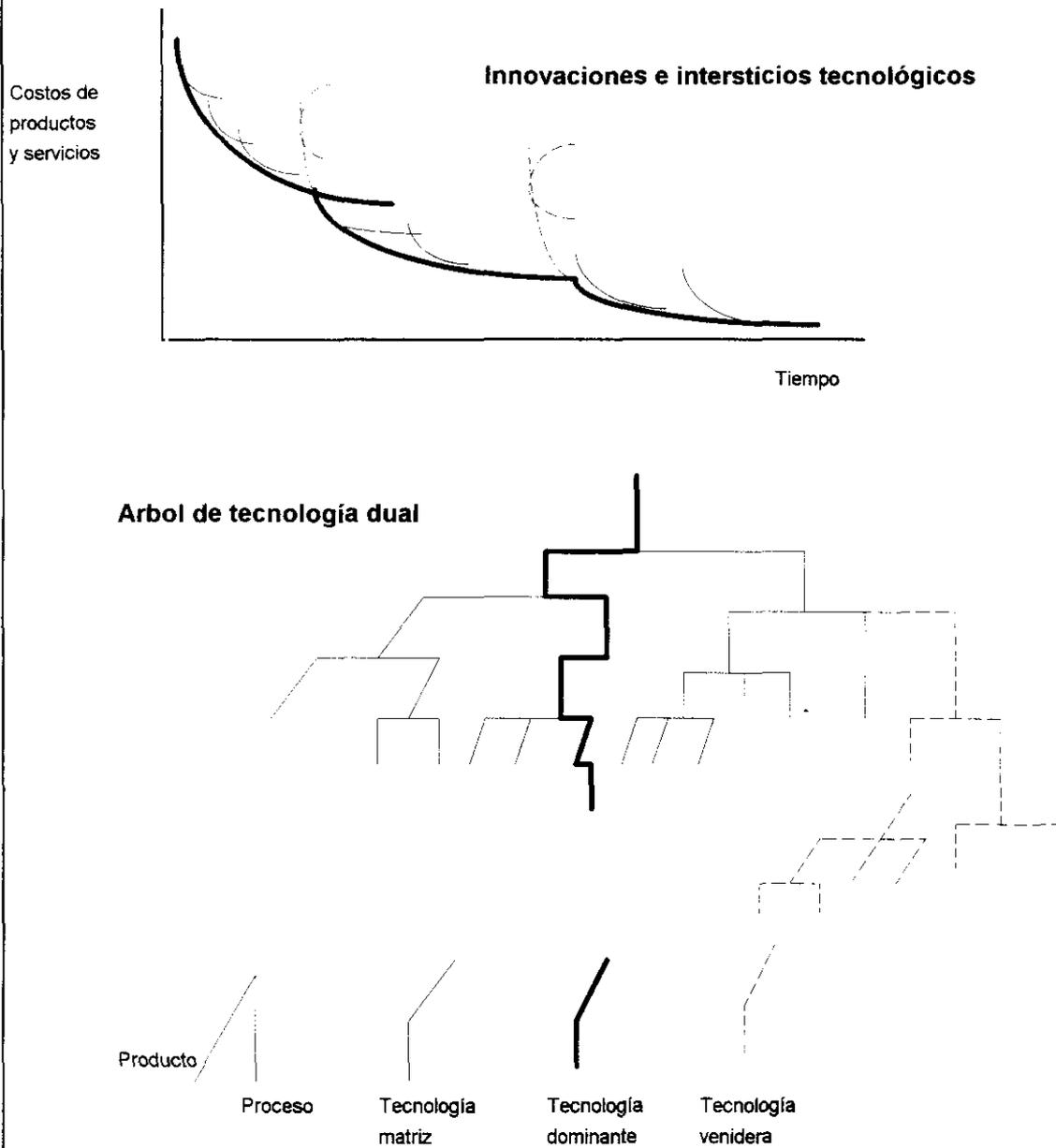
Sobre la base teórica que acaba de exponerse se fundamenta la investigación empírica que constituye el objeto de esta tesis doctoral, pero antes de pasar a su exposición, cabe hacer una última comparación que sirve a la vez de conclusión de este capítulo.

El modelo presentado en esta investigación es similar al de T. Durand<sup>113</sup>. Ambos utilizamos el concepto de *trayectoria tecnológica* de G. Dosi, pero Durand es más crítico con respecto a la noción de *paradigma*. El prefiere usar su propia idea de *intersticios tecnológicos (technological seams)*, con la que expresa que en determinados momentos y debido a innovaciones más o menos radicales, aparece una tecnología dominante y otra inferior, que permanecen unidas como en una costura, pero siendo dos piezas diferentes. Ambos nos enfrentamos al mismo problema: cómo representar las secuencias del cambio tecnológico de forma gráfica. Durand opta por realizarlo por medio de curvas cóncavas, porque en su eje de ordenadas sitúa el costo de los servicios y productos que examina (véase la figura 1.5). Así por ejemplo, al estudiar la historia de la producción de insulina señala que en 1923 el costo diario del tratamiento era muy superior al de 1990 en dólares constantes de ese año. Sin embargo, en la presente tesis situo en el eje de las ordenadas el grado de madurez de la tecnología (véase la figura 1.6), con lo que los costos de mejorar la tecnología serán crecientes, según la Ley de Wolf, haciendo que la representación sea en forma de "S" (figuras 1.1, 1.2, 1.3 y 1.6). De cualquier forma, uno y otro tipo de curvas muestran lo mismo.

---

<sup>113</sup> Durand (1992).

**FIGURA 1.5. Esquemas del progreso tecnológico según T. Durand**



Fuente: Durand (1992).

A partir de este punto surgen nuevas diferencias que no son fundamentales a la hora de representar el cambio tecnológico. Durand, partiendo del "modelo de innovación de producto y proceso" de W.J. Abernathy y J.M. Utterback<sup>114</sup>, plantea

<sup>114</sup> Utterback y Abernathy (1975).

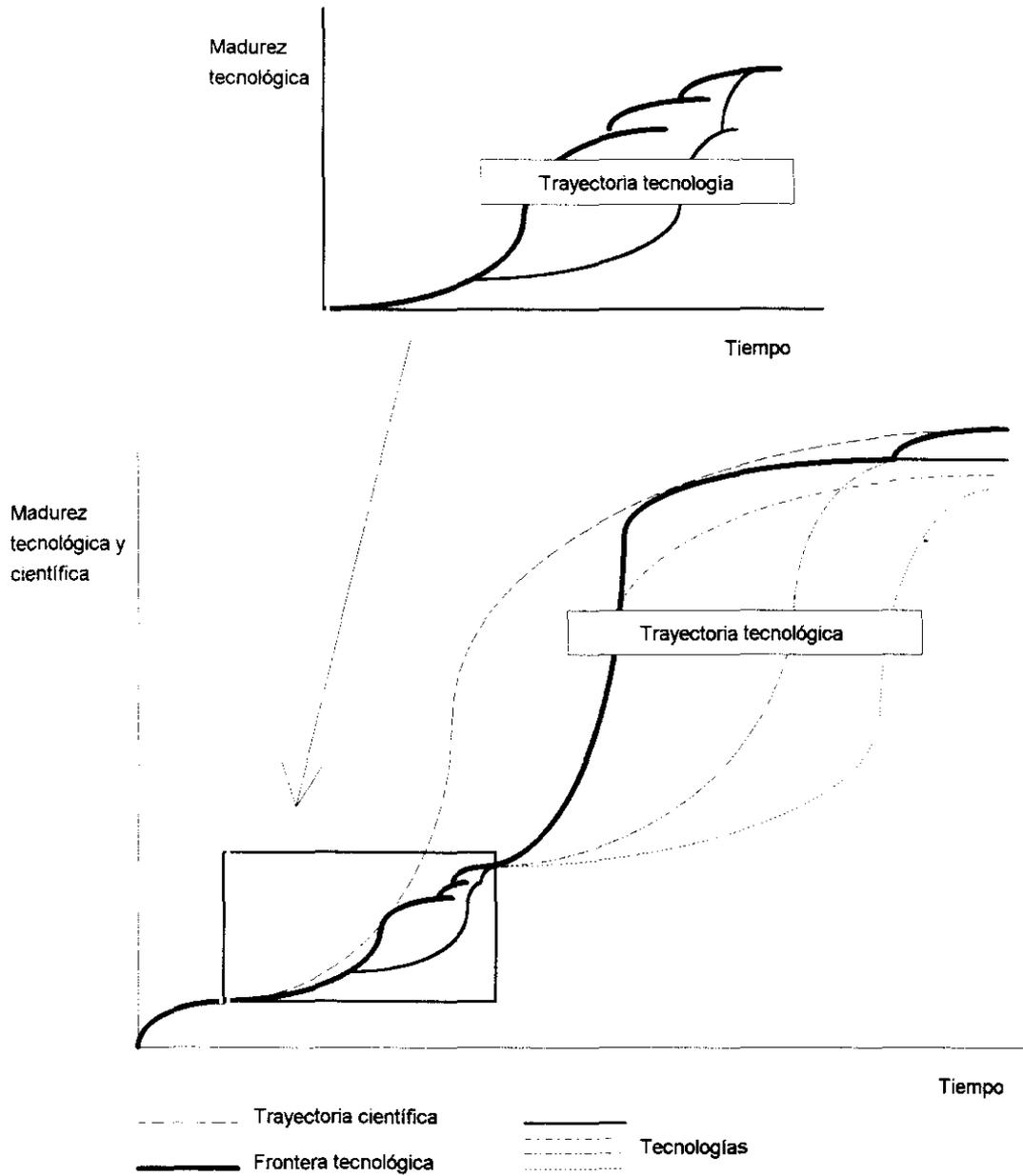
una representación que denomina "El árbol de tecnología dual" (véase la figura 1.5). Por mi parte, lo que hago es continuar el tipo de representaciones en forma de "S", propias de los ciclos de vida de los productos y las tecnologías, interpretando las propuestas por Wolf, Keirstead, Hirsch, Vernon, Duijn y Pérez y Soete (véase la figura 1.6). Si se intenta hacer una figuración como la de Durand, lo que se lograría sería una imagen muy parecida a la que A.L. Kroeber designara como árbol de los artefactos culturales, caracterizado por la fertilización por cruces de las diferentes tecnologías<sup>115</sup>.

Por último, la he intentado representar el fenómeno del acercamiento tecnológico por medio de los niveles de complejidad a la hora de copiar al innovador (figura 1.3). Además este fenómeno es estudiado en relación a los costes de entrar en una u otra fase del ciclo de vida de una *trayectoria tecnológica*. Esta última aportación es la que diferencia verdaderamente un modelo del otro.

---

<sup>115</sup> Basalla (1991) p. 170 y Mokyr (1993), p. 348.

**FIGURA 1.6. Representación de una trayectoria tecnológica según el ciclo de vida de las tecnologías.**



## CAPITULO 2. INSTITUCIONES OFICIALES DE INVESTIGACION CIENTIFICA APLICADA ANTES DE LA GUERRA CIVIL.

Para una referencia del desarrollo de las instituciones de investigación aplicada en España antes de la creación del Patronato "Juan de la Cierva" en 1939, resulta indicado presentar la imagen al final del período que abarca esta parte del trabajo.

En el año 1946 M. Lora Tamayo, catedrático de la Universidad de Madrid, publicó un extenso artículo sobre la organización de la investigación científica en España<sup>116</sup>. Centró su exposición en la reorganización de uno de los seis patronatos que integraban el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Patronato "Juan de la Cierva". Según su nuevo Reglamento, el Patronato contaba con una Junta de Gobierno que agrupaba a destacados representantes de las universidades, las escuelas de ingenieros, la banca y los organismos del Estado encargados de la política económica. La Junta tenía que hacer posible el imperativo, señalado por Lora Tamayo, de "mejorar el rendimiento económico de la riqueza nacional", y para ello lo primero que se hizo fue fijar unos objetivos a través de las líneas de investigación propuestas por unas comisiones de expertos denominadas Comisiones Técnicas Especializadas.

Los trabajos preliminares de las Comisiones sirvieron para decidir cuales debían ser los primeros objetivos a cumplir:

1º) desarrollo de la agricultura, silvicultura y pesca (que contaba con las comisiones de Química Forestal, Aprovechamiento Industrial de Productos del Mar, Fertilizantes y Aprovechamiento de Productos del Campo y Aceite),

2º) promoción y desarrollo de la industria y la minería (Mineralogía y Metalurgia),

3º) promoción y utilización racional de la energía (Combustibles) y

---

<sup>116</sup> Lora Tamayo (1946).

4º) condiciones de trabajo y normalización (Organización Industrial y Normalización)<sup>117</sup>.

Para llevar a cabo estos objetivos el Patronato "Juan de la Cierva" contaba con una partida de 16 millones de pesetas provenientes de los Presupuestos Generales del Estado para el año 1946. Con esta cifra, el Patronato igualaba su presupuesto al del resto del CSIC. El Gobierno había apostado por una política científica en la que el protagonismo de la investigación aplicada y de desarrollo experimental, fuera superior que el del papel encomendado a la investigación en las ciencias básicas.

De la lectura de este artículo se desprende que en 1946 la investigación técnica contaba con unas instituciones sólidas y nuevas. Omite las referencias al pasado inmediato, y más aún, al anterior a la guerra civil<sup>118</sup>. Todo ello plantea una serie de interrogantes tales como:

1ª) dilucidar hasta qué punto este apoyo a la investigación aplicada era una novedad en el sistema científico español,

2ª) comprobar si los objetivos iniciales se mantuvieron en los años siguientes, y

3ª) confirmar si el Patronato "Juan de la Cierva" ayudó a mejorar el rendimiento económico del aparato productivo nacional.

En el presente capítulo intentaré contestar a la primera de estas preguntas. Resulta esencial resolver dicha cuestión para evitar presentar la política científica franquista y sus logros como si hubieran surgido de la nada y, además, con un ímpetu inusitado. La búsqueda de los orígenes de la política científica de apoyo a la investigación aplicada y de desarrollo industrial se transforma así en un objetivo prioritario para situar en su lugar al Patronato "Juan de la Cierva", antes de analizar su repercusión en la actividad económica española.

---

<sup>117</sup> Las líneas de investigación fijadas por las Comisiones Técnicas Especializadas han sido catalogadas según la clasificación de objetivos de la investigación y el desarrollo del "Manual de Frascati" —OCDE-CDTI (1976), cuadro VIII-2, p. 76—.

<sup>118</sup> Lora Tamayo no sólo afirma esto, sino que eleva al PJC a la condición de institución modélica:

"Por primera vez, en España, se encaja la investigación aplicada, con este carácter expreso, en un plan general de organización científica. Como tantas veces, en esta década última de la Historia de España, nos hemos anticipado en la visión de estos problemas a la política científica de otros países." Lora Tamayo (1946), p. 76.

## 2.1 Los orígenes de la *institucionalización* de la investigación aplicada en España (1907-1931)<sup>119</sup>.

El origen de la *institucionalización* de la investigación en España está en la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) nacida en 1907. Surgió en el núcleo de los intelectuales y científicos ligados a la Institución Libre de Enseñanza, con Santiago Ramón y Cajal al frente, como respuesta a la crisis de 1898<sup>120</sup>. La JAE no se interesó directamente por la investigación aplicada, pero sus miembros, a lo largo de los años veinte y partiendo de las actividades científicas más aplicadas dentro de la JAE, pusieron las bases para que ésta surgiera. Estaban seguros de que sólo a través de una modernización cultural del país, éste podría incluirse entre las naciones más avanzadas del mundo<sup>121</sup>. Esta toma de conciencia impulsó la búsqueda de una salida a la crisis en el largo plazo, basándose en una renovación de la actividad científica no exenta de un relevo generacional<sup>122</sup>.

---

<sup>119</sup> No es el objetivo de este epígrafe rastrear hacia atrás todas aquellas ocasiones en las que la ciencia se aplicó a la resolución de problemas industriales. Se entiende que las situaciones puntuales, como la creación de un instituto, una escuela o un laboratorio, no forman un entramado institucional capaz de reaccionar ante las necesidades de una sociedad industrializada o en vías de industrialización. De lo contrario la enumeración de precedentes podría retrotraer la investigación hasta la época de la Ilustración:

Los primeros intentos de aplicación sistemática de la ciencia a la industria en el siglo XVIII, habría que atribuirselos a la Real Sociedad Vascongada, que en la década de 1770 trató de mejorar las anticuadas técnicas productivas de la siderurgia vasca, contando con un centro de investigación y de enseñanza de alto nivel: el Laboratorio Químico del Colegio de Vergara - donde, por cierto, transcurrió la primera y más breve etapa de la estancia de Proust en España-, aunque sus esfuerzos apenas obtuvieron resultados prácticos." Helguera Quijada (1992), p. 130.

<sup>120</sup> En el Discurso de Ingreso en la Real Academia de Ciencias de 5 de febrero de 1897 titulado "Deberes del Estado en relación con la producción científica", Santiago Ramón y Cajal expresó la idea de que la decadencia española se debía al aislamiento cultural —Ramón y Cajal (1991)—. El discurso está reproducido en García Camarero (Ernesto y Enrique) (1970), pp. 373-399. Para una aproximación a la relación de Santiago Ramón y Cajal con los temas de la necesaria renovación cultural de España y su relación con la JAE véase también Peset (1986), pp. 34-37 y Leiros, Beltrand, Magariño, Baldomero, y Martínez (1977), pp. 45-50.

<sup>121</sup> Sánchez Ron (1988b).

<sup>122</sup> Al respecto del tema de las generaciones de científicos y los relevos generacionales hasta principios del siglo XX véase González Blasco, Jiménez Blanco y López Piñero (1979), en especial las referencias de J.M. López Piñero a la "generación de sabios" (p. 84) nacidos a mediados del siglo XIX, como Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), Leonardo Torres Quevedo (1852-1936), Eduardo Torroja y Caballé (1847-1918) y Josep Comas y Solà (1868-1937). El tema de las generaciones y su ciclo vital de influencia ha sido analizado por A. Roca para la disciplina de la física, señalando como en esta rama del conocimiento existió un grupo de científicos, entre los que destacaron Josep Joaquim Landerer, Eduardo Lozano y Ponce de León, Josep Ricart Giralt, Hermenegildo Gorriá, Joan Montserrat i Archs, Angel del Romero y Walsh y Augusto T. Arcimís, que a finales del siglo XIX intentaron renovar las instituciones científicas y difundir las ideas científicas en los campos de la física desde la meteorología hasta la astrofísica —Roca Rosell (1990), pp. 615-623—.

La JAE no fue la única respuesta de las fuerzas sociales más progresistas que apoyaban la renovación científica y cultural del país. Otro grupo significativo lo formaron los industriales catalanes, para los cuales la pérdida de las últimas colonias en 1898 suponía que su mercado natural pasaba a ser únicamente el español, y que por tanto cualquier modernización del país supondría una mejora de sus negocios. Estos a través del movimiento político de la *Lliga Regionalista de Catalunya* pondrían en marcha desde 1917 en la Diputación de Barcelona varios proyectos para *institucionalizar* la investigación científica. Enric Prat de la Riba, secretario de la *Lliga*, fue nombrado presidente de la Diputación de Barcelona en 1907, y la creación del *Institut d'Estudis Catalans* fue una de sus primeras medidas. En 1913 nace dentro de la Diputación un nuevo organismo: el Consejo de Investigaciones Pedagógicas cuyos presidentes y vicepresidentes eran respectivamente Enric Prat de la Riba y Josep Puig i Cadafalch, también dirigente de la *Lliga*. El Consejo crearía en 1917 dos de los primeros centros españoles de investigación aplicada y desarrollo experimental orientado a la industria: el *Institut d'Electricitat Aplicada* dirigido por Esteban Terradas Illa y el *Institut de Química Aplicada* con Josep Agell al frente del mismo<sup>123</sup>. La Diputación de Barcelona y la JAE eran a principios del siglo los dos centros que iban a liderar la *institucionalización* de la investigación aplicada.

Este incipiente sistema institucional era ciertamente singular en el panorama internacional, no por sus objetivos, sino por la manera de generar las instituciones que los debían de llevar a cabo. Ciertamente la reacción científica, más o menos en favor de la investigación aplicada, no fue ni con mucho patrimonio exclusivo de España. De hecho, nuestro país, a diferencia de Francia, Gran Bretaña, Estados Unidos y, sobre todo, Alemania había comenzado tarde el proceso de *institucionalizar* la actividad investigadora científica. Mientras que en los otros países habían surgido iniciativas a mediados del siglo XIX, en España hubo que esperar, como ya se ha señalado, a que la pérdida de las últimas colonias "despertara" las conciencias en favor de la modernización científica a través de la JAE y de la Diputación de Barcelona. Este

---

<sup>123</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 61-75; Galí (1981-1987) y Diputación de Barcelona (1916).

detonante sirvió para acercar, al menos en el plano institucional, a España a la norma de Europa y Estados Unidos.

Dicha norma no era en absoluto igual para los países que habían empezado sus procesos de *institucionalización*. Cada nación tenía su propio acervo científico, y grandes diferencias en la valoración que daban a la *institucionalización* los agentes sociales implicados en la actividad científica —gobiernos, empresas industriales, fundaciones privadas, asociaciones de científicos, universidades, escuelas y ejército—, cuyo poder, infraestructuras, personal, etc., variaba considerablemente de un país a otro. Es por tanto muy arriesgado plantear cual era el modelo que influía más en el que estaba adoptando España. Es más, el modelo español era el que su pasado le permitía, y no el que quisiera en relación a Alemania o Francia. Las similitudes son por tanto harto engañosas. Del caso español, a la hora de compararlo con los otros, es más acertado decir lo que le faltaba que lo que tenía. Ante todo carecía del apoyo de las empresas industriales, que por ejemplo eran en buena medida la base del sistema alemán e importante en el italiano, pero al menos en Cataluña este rasgo estaba presente. Las fundaciones privadas eran inexistentes, si se entiende como tales las fundaciones de tipo americano, como la *Carnegie Institution* o la *Rockefeller Foundation*, caracterizadas por el apoyo económico a un centro o a una iniciativa de un científico o grupo de científicos. Sin embargo, es indudable que en España la Institución Libre de Enseñanza, sin ser una fundación y careciendo de fondos económicos relevantes, originó y actuó en apoyo de la JAE, nacida de ella misma, haciendo posible que los gobiernos de principios del siglo XX cubrieran las necesidades económicas de los institutos que la formaban. En similares términos se podría hablar de la *Lliga*. Pero ésta era un movimiento político y no una fundación. Por otra parte no puede valorarse en demasía la actividad del ejército español. Es cierto que la ciencia aplicada española tenía en los ingenieros del ejército, en especial al Cuerpo Facultativo de Ingenieros de Artillería nacido en 1762 y con Colegio y Laboratorio de Química en Segovia, a sus representantes más dignos<sup>124</sup>. Pero si los artilleros e ingenieros del siglo XVIII fueron una vía fundamental de penetración de las nuevas corrientes científicas, técnicas, humanísticas y militares, por contra, el ejército

---

<sup>124</sup> Herrero Fernández-Quesada (1992).

había sido incapaz durante todo el siglo XIX de levantar auténticos centros de investigación basados en la experimentación, y su relación con el mundo académico e industrial fue exigua, de tal forma que aunque su formación y trabajos fueran de no poca enjundia, lo cierto es que no tenían ni repercusión social, ni económica. De cualquier falta un trabajo de investigación que señale hasta que punto es válido este juicio, ya que a finales del siglo XIX y principios del XX los ejércitos apoyaron técnicamente a industrias relevantes por su tamaño, como la construcción naval, o por su modernidad, como la aeronáutica. Con respecto a las asociaciones de científicos e intelectuales habría que decir que desde las Asociaciones de Amigos del País de corte ilustrado poco o nada se habían podido movilizar estos grupos. Las asociaciones españolas escasamente se parecieron a las sociedades científicas británicas, como la *Royal Society* que llegó a ser la administradora de los fondos del Estado en materia de investigación. Lo más semejante en España eran las Reales Academias, pero éstas tampoco habían sabido conjugar y atraer los intereses de los científicos con los de los gobernantes e industriales. En síntesis, se puede hablar de unas bases débiles para promover la *institucionalización* de la investigación aplicada, que en cualquier caso, no partió ni del gobierno de turno, ni del ejército, sino de iniciativas privadas como la de la Institución Libre de Enseñanza y la *Lliga* que, eso sí, encontraron a veces respaldo en el Estado<sup>125</sup>.

El modelo institucional español surgido teniendo como centros a la JAE y a los laboratorios de la Diputación de Barcelona era "extraño" entre los europeos, pero estaba acercando a España a la norma internacional. Sin embargo, este acercamiento iba a durar poco. La Primera Guerra Mundial provocó un vigoroso movimiento en los países contendientes en el sentido de reafirmar sus procesos de *institucionalización* de la ciencia aplicada. Esto volvió a distanciar a España de Europa y Estados Unidos en materia de ciencia aplicada hasta el principio de los años treinta. No sucedía lo mismo con la ciencia básica, donde la JAE estaba consiguiendo logros significativos. La Guerra mostraría los atrasos relativos entre países en materia de investigación, así como la importancia de la actividad científica en el resultado final de la contienda, y la

---

<sup>125</sup> El lector podrá comparar la *institucionalización* española con la mundial en las obras de J.M. Sánchez Ron —Sánchez Ron (coordinador) (1988a) y Sánchez Ron (1992).

trascendencia de haber contado o no con unas instituciones generadoras del conocimiento científico aplicado a fines industriales necesario para reparar, modificar y crear armas más destructivas o con funciones más específicas. Para los beligerantes ya no sólo era imprescindible poseer una industria de armamentos capaz de responder a una situación de movilización y economía de guerra. Ahora se imponía poder transformar rápidamente los conocimientos científicos y técnicos en ventajas en el campo de batalla.

Tras la guerra todos los países, vencedores, vencidos y neutrales cambiaron su actitud ante la investigación aplicada. En el período entre guerras surgieron en las diferentes naciones las instituciones estatales en apoyo directo o indirecto de la investigación aplicada, que en ocasiones siguen existiendo hoy en día. El caso más notable entre los vencedores sería el de Italia, que reforzó su estima con respecto a la ciencia y la técnica, segura de que su tradición, hasta aquel momento tenida en poco en comparación a la alemana, inglesa o francesa, y su presente científico habían influido en sus victorias. En 1923 se constituyó por Decreto el Consejo Nacional de las Investigaciones, que coordinaría las iniciativas científicas nacionales y éstas con las internacionales<sup>126</sup>. En Bélgica se estableció la Fundación Universitaria encargada de subvencionar las investigaciones científicas. En 1928 esta fundación se reforzó con el Fondo Nacional para las Investigaciones mediante subscripción pública. En Portugal en 1921 apareció el Instituto de Investigaciones Científicas Rocha Cabral, y en 1929 la Junta de Educación Nacional. En Polonia se reformó con fondos públicos la llamada Caja J. Mianowki creada en 1881, una institución de apoyo a los trabajos científicos. Rusia federó en la *Glawnauka* a unas doscientas instituciones científicas que suponían varios miles de colaboradores<sup>127</sup>. Otros países tan sólo tuvieron que reforzar instituciones ya existentes, como en el caso de Alemania, que había creado en 1911 la *Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft* (Fundación Kaiser Wilhelm), un centro desligado de las universidades y de las funciones docentes<sup>128</sup>. Gran Bretaña, que había constituido

---

<sup>126</sup> Majocchi (1980).

<sup>127</sup> El Decreto del 13 de julio de 1931 por el que se creaba la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (FNICER), expone en su preámbulo un estudio sobre la situación internacional al respecto de la *institucionalización* de la ciencia (*Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, pp. 380-382.).

<sup>128</sup> Sánchez Ron (1992), pp. 34-46.

en 1907 el *Imperial College of Science and Technology* para el fomento de la investigación científica e industrial, luego, en 1916 reorganizó sus instituciones bajo el amparo del *Department of Scientific and Industrial Research* (Departamento de Investigación Científica e Industrial)<sup>129</sup>. Japón en 1900 había fundado el *Kogyo Shikensho* (Instituto de Investigación Industrial) dependiente del Ministerio de Agricultura y Comercio. Pero el verdadero empuje a la investigación apareció en 1917, cuando el *Riken* (*Rikagaku Kenkyusho* -Instituto de Investigaciones Físicas y Químicas-) comenzó sus actividades. Durante el período de *entreguerras* Japón creó numerosos centros de investigación y en 1932 completaba su sistema institucional con la *Gakushin* (*Nippon Gakujutsu Shinkokai* -Asociación Japonesa para el Fomento de la Ciencia-)<sup>130</sup>. En EE.UU. surgió el Consejo Nacional de Investigación formado por científicos, técnicos y hombres de negocios. El Consejo recibió importantes donativos de las fundaciones Carnegie y Rockefeller<sup>131</sup>. Sin embargo, en Francia el proceso para crear una institución nacional fue más lento. Las reformas necesarias no se consolidaron hasta el inicio de los años treinta<sup>132</sup>. Por último, en España en 1931 surgía la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (FNICER) de manos de la JAE.

En resumen, las iniciativas para constituir grandes instituciones nacionales de investigación aplicada fueron corrientes entre las dos guerras mundiales en Europa, Japón y Estados Unidos, y en este sentido también España se incorporó a dicha tendencia, aunque con un retraso similar al francés. Pero nuevamente las comparaciones son peligrosas, ya que el acervo de conocimientos y actividades investigadoras en Francia era muy superior al español. Además, en casi todas las instituciones citadas la investigación aplicada convivía en mayor o menor medida con la básica, mientras que por ejemplo la FNICER tenía un espíritu absolutamente aplicado. Cotejar unos sistemas de investigación científica aplicada con otros, en especial con el español, es una labor por hacer. Espero que en parte esta investigación permita alentar ello en otros investigadores, pero no debemos olvidar

---

<sup>129</sup> Sánchez Ron (1992), pp. 58-70 y 198-204.

<sup>130</sup> Fukasaku (1992).

<sup>131</sup> Kevles (1988) y Mowery (1992).

<sup>132</sup> Shinn (1988).

que ahora no estamos analizando la virtud del sistema español equiparándolo a otros, sino que nuestro interés se centra en si el sistema español permitió un cambio tecnológico, o al menos si ayudó a mejorar el rendimiento económico del aparato productivo.

La FNICER nació de la JAE, ahora bien, la JAE había desestimado hasta 1931 la conveniencia de abrirse a la investigación en las ciencias aplicadas. Sin embargo, este segmento de la investigación había sido ocupado por los laboratorios de la Diputación de Barcelona y por algunos otros pequeños centros que destacaron, no tanto por su tamaño, sino por la modernidad de sus planteamientos, debido a que en ellos la investigación se realizaba sirviendo a los intereses científicos, técnicos e industriales. Esas instituciones fueron: el Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática "Torres Quevedo" (Dirección de Obras Públicas), el Instituto Químico de Sarrià (Compañía de Jesús), el *Institut de Química Aplicada* (Diputación de Barcelona), el Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicadas (cuyo origen estaba en el *Institut d'Electricitat Aplicada* de la Diputación de Barcelona), el Laboratorio de Cuatro Vientos (Ejército) y la Escuela de Armería de Eibar (industriales guipuzcoanos). Existían otros lugares donde se realizaba investigación técnica, como escuelas superiores de ingeniería (civiles y más aún en las militares) o laboratorios adscritos a ministerios, pero su conexión con la industria era prácticamente nula. Por otra parte, había industrias con laboratorios para investigación aplicada, pero eran pequeños mundos cerrados preocupados en resolver la aplicación de la tecnología comprada al extranjero. De cualquier forma, las instituciones citadas no dejaron de ser hechos aislados, es decir, de un ámbito territorial local y sin la participación directa del Estado español con el objetivo de desarrollar la investigación aplicada. Hasta 1931 no llegó a formarse una institución de corte nacional y bajo las directrices de la Administración: la FNICER, que aglutinaría de forma decidida las diferentes iniciativas, tal y como había sucedido en Europa, Japón y Estados Unidos.

### **2.1.1. Los institutos de investigación científica aplicada antes de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas.**

El Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática "Torres Quevedo" fue creado en 1910, y surgió de la preocupación del Estado por dotar al ingeniero Torres Quevedo de un centro que asegurase la continuidad de su labor investigadora en España<sup>133</sup>. El Laboratorio jugó un papel pequeño pero esencial para el desarrollo de la ciencia aplicada y experimental. De allí salió el material científico que utilizaron la generación de científicos y promotores de JAE. Al mismo tiempo el Laboratorio emprendió las tareas propias de una oficina de normalización de productos industriales, institución de la que carecía el sistema de ciencia y tecnología del momento.

A parte de las funciones que cumplió el Laboratorio como centro de análisis y ensayos no se debe olvidar que Leonardo Torres Quevedo llevaba a cabo sus investigaciones en este centro, ello lo convierte en un punto de referencia inevitable en la historia de la automática y el control remoto, ya que sería una de las instituciones pioneras en el mundo en aquel momento, puesto que el primer instituto de automática y control remoto con plenos objetivos de desarrollo experimental para la industria no aparecería hasta 1939 en la URSS<sup>134</sup>.

En 1916 surgiría el Instituto Químico de Sarrià, fundado por la Compañía de Jesús, y que sirvió ante todo para formar cuadros dirigentes de las empresas químicas catalanas, a la vez que actuó como un centro de asimilación y de difusión de las técnicas de análisis y de la tecnología química extranjera en la industria<sup>135</sup>.

---

<sup>133</sup> El Estado ya se había preocupado de las investigaciones de Leonardo Torres Quevedo con anterioridad. En 1904 nació el Centro de Ensayos de Aeronáutica, sito cerca de la ciudad de Guadalajara, dependiente de la Dirección de Obras Públicas, y dedicado al ensayo de los dirigibles diseñados por Leonardo Torres Quevedo —García Santesmases (1980), pp. 275-291, y Roca Rosell y Sánchez Ron (1992), p. 11-18—.

<sup>134</sup> Apokin y Chapovski (1991) y García Santesmases (1980), pp. 301-306.

<sup>135</sup> Puig Raposo y López García (1992).

En 1917 nacería otra institución de características similares pero de vida efímera; el *Institut de Química Aplicada* (IQA) perteneciente al *Patronat de l'Escola Industrial de Barcelona*, cuya dirección fue asumida por Josep Agell<sup>136</sup>. La Dictadura de Primo de Rivera acabó con este centro. Una de las primeras medidas de la Dictadura fue someter a las instituciones de la *Mancomunitat de Catalunya*, en la que se incluían las de la Diputación de Barcelona y por tanto el *Institut de Química*, a un proceso de revisión por malversación de fondos y *antiespañolismo*. En 1924 las diferencias entre los profesores de la Escuela Industrial, que englobaba a todos los institutos, y el Directorio Militar se zanjó con la expulsión de más de cien docentes y funcionarios<sup>137</sup>. También en 1917 y siguiendo el modelo del anterior aparecería el Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicadas (IEMA)<sup>138</sup>. Estos dos institutos habían surgido de los proyectos de renovación encabezados por la *Lliga Regionalista* y apoyados por la Diputación de Barcelona y la *Mancomunitat de Catalunya*.

El IEMA empezó a funcionar en noviembre de 1917 con el nombre de *Institut d'Electricitat Aplicada*. A parte de su vertiente como escuela superior —la sección docente se dividía en dos escuelas de directores: la de Industrias Eléctricas y la de Industrias Mecánicas—, el IEMA funcionó también como un centro de investigación aplicada y como un servicio auxiliar de análisis para las autoridades catalanas<sup>139</sup>. Su

---

<sup>136</sup> El Institut había tenido sus precedentes en el *Laboratori d'Estudis Superiors de Química*, aparecido en 1910, pero cerrado al poco tiempo por la falta de vocaciones investigadoras y demanda social de investigación. No obstante, el precedente llevaría al *Patronat* a fundar en 1916 la *Escola de Directors d'Indústries Químiques*, cuyo objetivo era formar químicos industriales y empresarios químicos. En 1917 pasaría a denominarse como *Institut de Química Aplicada* adquiriendo rápidamente un buen número de alumnos y el respeto de la industria catalana —Diputación de Barcelona (1916); Galí (1981-1987), y Roca Rosell y Sánchez Ron (1990)—.

<sup>137</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p. 77.

<sup>138</sup> "El modelo escogido —el laboratorio químico que dirigía Josep Agell— es muy interesante porque, entre otras razones, reproduce un proceso muy común en el mundo, donde los laboratorios de Química fueron las referencias en las que se basaron los científicos del siglo XIX para crear tanto los laboratorios de Física como los de Fisiología y Microbiología." —Roca Rosell y Sánchez Ron, (1990), p. 70—.

<sup>139</sup> El director del IEMA, Esteban Terradas, exponía en 1918 que el Instituto debía cumplir tres objetivos: 1º el fomento del trabajo original, 2º "la repetición del trabajo extranjero que representa un anexo en la Técnica, estudiando la práctica y la posible aplicación", y 3º la enseñanza en tres niveles: manejo de técnicas para obreros, "de las tecnologías diversas francamente especificadas " para técnicos, y la "técnica superior de los oficios" para ingenieros. Para cumplir estos objetivos Terradas fija las directrices que debían guiar la actividad del centro: 1º "... trabajar en el *selfutilitaje*. 2º ... hacer todo tipo de instalaciones dentro de la Universidad —y fuera de ella si es preciso—, vg.: Ascensores, calefacción, alumbrado, distribución de fuerza. 3º ... taller de trabajo, no sólo del material «de casa» sino para el material de fuera, y en taller de máquinas y materiales para el Ayuntamiento, Diputación y otros centros oficiales en los que interese la contrastación o controlar la contrastación." Terradas, E. (1918). *De l'instal·lació de laboratoris en els edificis de la Universitat Industrial*, legajo 3.752/14, Barcelona, Archivo Histórico de la Diputación de Barcelona. Véase también Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p. 89.

director, Esteban Terradas, justificaba la labor de investigación y servicio porque éste era el medio para favorecer a "las tecnologías especiales y propias de un determinado país."<sup>140</sup>

Un decreto de noviembre de 1921 convirtió de forma interina al IEMA en laboratorio oficial nacional<sup>141</sup>. Un nuevo decreto de febrero de 1922 creaba el Laboratorio General de Ensayos y Acondicionamientos a partir de la unión de los laboratorios del IEMA con todos aquellos existentes en los centros asociados al *Patronat de la Escola Industrial de Barcelona*: el *Institut de Química Aplicada*, la Escuela Superior de Agricultura, la Escuela de Tenería y la Escuela de Industrias Textiles<sup>142</sup>. Pero la vida activa del nuevo Laboratorio General de Ensayos fue efímera. En 1924 la Dictadura de Primo de Rivera arremetió contra todo lo que representaba la Escuela Industrial y su *Patronat*. Lo que sobrevivió sería llamado Real Politécnico Hispano-Americano, en el cual el IEMA perdió su autonomía, entrando en una vía de inactividad casi total. En 1929 prácticamente habían cesado sus actividades. No obstante, el Laboratorio General de Ensayos siguió funcionando, pero sólo como centro de análisis y dictámenes. Tras la guerra civil sus instalaciones aún debían de ser ejemplares, porque fue uno de los primeros centros que se integró en el Patronato "Juan de la Cierva" pudiendo empezar a trabajar inmediatamente.

---

<sup>140</sup> Esta declaración de principios de Esteban Terradas, que se encuentra en el texto de presentación del IEMA iba acompañada de estas frases:

Las escuelas de Electricidad y Mecánica (...) formarán parte del Instituto de Electricidad y Mecánicas Aplicadas, cuyo objeto es la constitución de laboratorios de trabajo y de ensayo donde puedan nuestros técnicos, estudiando el país y sus problemas, mantener viva la actividad intelectual en los citados campos; donde dispongan los industriales de un laboratorio de ensayo de máquinas y materiales, tanto de los que reciban como de los que ellos mismos fabriquen; de un instrumento serio de comprobación del propio progreso y de lo que de fuera nos envíen, con la seguridad, a menudo, de que no se descubrirá el fraude posible y oculto. Con este fin se están organizando laboratorios (...) que evitarán por lo pronto que una región de la significación industrial que tiene Cataluña, precise recurrir a menudo a laboratorios instalados en poblaciones distantes." —Instituto (1920)—.

Véase también Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p. 81.

<sup>141</sup> Hay que tener presente que el IEMA se había convertido en 1921 en el mayor laboratorio de investigación aplicada del país dentro del área de la ingeniería y la tecnología, ya que había absorbido al laboratorio de ensayos creado por el Ayuntamiento y la Diputación de Barcelona en 1908. Este centro también estaba integrado en el *Patronat de la Escola Industrial* y era dirigido por Joan Sitjes. A juicio de Augustus Trowbridge, representante de la Fundación Rockefeller que visitó el IEMA en 1927, las instalaciones eran unas de las mejores de España, —Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 90 y Glick (1988)—.

<sup>142</sup> Mancomunitat (1923), pp. 131-146. Véase también Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 91.

En 1921 se inauguró el Laboratorio de Cuatro Vientos (Madrid) dirigido y diseñado por el Comandante Emilio Herrera. El trabajo de investigación fue hecho principalmente por militares, destacando la labor de coordinación del Capitán Genaro Olivie. El laboratorio sirvió para que el ejército conociera mejor sus necesidades específicas de armamento aeronáutico, y para ofrecer un centro de experimentación a particulares, industriales y militares. Las instalaciones eran del mismo tipo que las de los países secundarios en la fabricación de aviones, tales como Suiza o Bélgica<sup>143</sup>.

Cataluña y Madrid acaparaban las instituciones de investigación aplicada de carácter oficial, es decir, aquellas que dependían de organismos públicos. Pero cabe preguntarse por la ausencia en el período anterior a la guerra civil de un proceso de *institucionalización* de la investigación aplicada en el País Vasco, el otro punto junto con Cataluña y Madrid con industria. La principal razón que explica esta carencia es que el capitalismo industrial vasco, en especial el guipuzcoano, era altamente innovador y centraba en las empresas la actividad de investigación y desarrollo. No necesitaba instituciones de rango nacional ni titularidad oficial para llevar a la fabricación los artefactos, máquinas y herramientas.

En el despegue industrial de Guipúzcoa la capacidad innovadora, extraordinariamente notable en el caso de la fabricación de armas, fue un elemento constante. Esta capacidad procedía de tres fuentes: primera, la importación, que realizaron los empresarios más innovadores, de *know how* foráneo por medio de fabricantes, técnicos y operarios franceses, ingleses y catalanes principalmente, segunda, la experiencia acumulada en la producción manufacturera precapitalista (ferrerías y armerías), y tercera, la presencia local de empresarios innovadores en el sentido schumpeteriano<sup>144</sup>. El caso más representativo de empresario innovador fue el de J. Echevarría, nacido en Eibar en 1875. Se trataba de un promotor industrial con las dotes de técnico y teórico de la producción armera. Trabajó inicialmente en empresas de la zona, como la G.A.C., y en 1909, junto con su hermano, patentó la pistola *Star* —utilizada por los ejércitos francés y portugués en la Primera Guerra

---

<sup>143</sup> Llave (1921) y (1926); Glick y Sánchez Ron (1988) y Roca Rosell y Sánchez Ron (1992), pp. 31-61.

<sup>144</sup> Catalán (1990), pp. 134-144.

Mundial—. La labor de J. Echevarría no quedó cerrada a su actividad como industrial. En 1912 impulsó la creación de la Escuela de Armería en Eibar para la preparación técnica de los trabajadores locales. Echevarría fue su director desde 1913 hasta 1938. La guerra y el posterior exilio del Director truncaron la iniciativa, tal y como la concibiera el propio Echevarría<sup>145</sup>.

La Escuela sobrevivió como centro de instrucción técnica y ensayos industriales, pero no recuperaría su carácter de centro de investigación y desarrollo hasta 1962, año en el que nació INASMET (Centro de Investigación en el Área de Materiales) ubicado en San Sebastián, que dio origen a TEKNIKER (Asociación de Investigación Tecnológica de Eibar) partiendo del Laboratorio de la antigua Escuela de Armería.<sup>146</sup>

Ninguno de estos siete centros funcionó perfectamente relacionando ciencia, técnica e industria, pero sí cada uno en particular logró ligar, o bien ciencia con técnica (Laboratorio de Automática), o técnica con industria (Laboratorio de Cuatro Vientos), o formación científica con industria (Instituto Químico de Sarrià), o formación técnica y desarrollo de productos con industria (Escuela de Armería de Eibar). Sin embargo, en 1922 parecía que el Laboratorio General de Ensayos y Acondicionamientos, en el que estaba integrado el IEMA y el IQA, podía haberse convertido en el núcleo de una moderna institución de investigación aplicada y desarrollo experimental ligada a las necesidades tecnológicas de las industrias y de las autoridades políticas, pero la Dictadura de Primo de Rivera truncó esta primera opción con los procesos por *antiespañolismo* abiertos a las instituciones de la *Mancomunitat*. El primer intento de llevar a cabo la *institucionalización* de la investigación aplicada había terminado.

---

<sup>145</sup> Catalán (1990), p. 138.

<sup>146</sup> Frias (1988). Nótese que la actividad demandante de investigación era la mecánica relacionada con los transformados del hierro y el acero, y no la industria metalúrgica. Como señala Rosenberg "... hasta hace relativamente poco, muchas de las ciencias no tenían nada de particular utilidad que ofrecer a la industria. La industria del hierro tropezó durante siglos con una base tosca de experimentación, ya que no fue hasta finales del siglo XIX cuando las transformaciones químicas implicadas en la fundición y refino empezaron a entenderse." —Rosenberg (1979a), p. 310—. Un poco más allá van M.B.W. Graham y B.H. Pruitt demostrando que la investigación en la industria metalúrgica en Estados Unidos a principios del siglo XX sólo eran trabajos rutinarios de análisis, y que ello continuó hasta que las empresas dedicadas a metales no férricos fueron ganando importancia y basando sus innovaciones en la I+D —Graham y Pruitt (1990), p. 2—.

Tras esta presentación, de lo que se puede denominar como los precedentes del sistema institucional dedicado a la investigación científica aplicada, cabe una reflexión acerca de si la labor de estas instituciones correspondía a la demanda y necesidades de investigación científica aplicada que tenían las industrias españolas. El caso de la Escuela de Armería es singular, puesto que surge de la propia iniciativa de la industria, pero para el resto la respuesta tiene que ser hoy por hoy deficiente. Sólo se cuenta con información muy parcial para algún caso, como es el del Instituto Químico de Sarrià<sup>147</sup>. Más intrincados son los casos del IQA y el IEMA dada su corta existencia. Con respecto al Laboratorio de Cuatro Vientos el objetivo de apoyar el desarrollo industrial se solapa constantemente con el de la defensa aérea, pero es indudable que el alto nivel técnico conseguido por la industria aeronáutica española, centrada en un reducido número de empresas -Hispano Suiza, CASA, Elizalde, Aeronáutica Industrial SA y Aviones Loring- se debió en parte a que utilizaron este servicio del ejército<sup>148</sup>. Por su parte la industria de mecánica de precisión e instrumental científico estaba en sus albores en España. La casi totalidad de la demanda de estos productos se cubría con la importación, de modo que tan sólo se fabricaba internamente pequeño material eléctrico —contadores principalmente— y algunos componentes telefónicos<sup>149</sup>. Detrás de ello estaban compañías de origen familiar, pero también las filiales de firmas internacionales como la Standard Eléctrica, Siemens o la AEG. En este último grupo de empresas no parecen haber surgido lazos con el Laboratorio de Automática, pero es indudable que los hubo con el IEMA a través de su profesorado<sup>150</sup>. Todo parece indicar que, por su parte, el Laboratorio de Automática se limitó a trabajar para los intereses del Estado —normalización, peritaje y fabricación de instrumentos de laboratorio y de precisión para otros centros del Estado

---

<sup>147</sup> La conexión existió, sobre todo a partir de la formación de su Asociación de Antiguos Alumnos del año 1921 —Puig Raposo y López García (1992)—.

<sup>148</sup> Al respecto el artículo de Gómez Mendoza y López García ofrece una primera conclusión positiva acerca del relativo alto nivel de la aeronáutica en España al menos hasta 1919 —Gómez Mendoza y López García (1992)—. Ver también Roca Rosell y Sánchez Ron (1990).

<sup>149</sup> Nadal, Carreras y López García, (Crítica).

<sup>150</sup> El subdirector del IEMA era Francesc Planell i Riera antiguo ingeniero de la planta de Cornellà de la Siemens, que antes de la Primera Guerra Mundial trabajó en el departamento de proyectos de la Brown Boveri en Suiza. Entre los profesores se encontraban hombres muy ligados al mundo industrial como: Casimiro Lana Sarrate, que había organizado en 1920 los laboratorios de la Hispano-Suiza, Bernat Lassaletta Perrin ingeniero de Siemens, y Josep Serrat Bonastre director técnico de la Maquinista Terrestre y Marítima —Instituto (1920) y Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 84-87—.

—, mientras que el Laboratorio General de Ensayos y Acondicionamientos hubiera acabado por ser el núcleo de un sistema español de ciencia aplicada.

En síntesis el sistema institucional español ofrecía en los años treinta una diversidad notable. Los laboratorios catalanes habían surgido ligados a la Escuela Industrial y al movimiento regionalista. En Madrid la JAE, diversos laboratorios ministeriales, las facultades, escuelas de ingeniería y algún centro del ejército estaban creando una red que empezaba a tener contactos mutuos. Por otra parte, las industrias de Guipúzcoa basaban su investigación en sus propios talleres y en iniciativas privadas. Estos tres núcleos de investigación estaban diferenciados de raíz por el tipo de "clientes" a los que ofrecían su trabajo. El foco catalán se imbricaba con la industria química y eléctrica<sup>151</sup>. En Madrid los servicios demandados por el Estado (departamentos ministeriales y ejército) marcaban la pauta. Por último, en Guipúzcoa eran las industrias de transformados metálicos las que precisaban centros de experimentación. Cada actividad tenía sus propias necesidades y sus modelos para paliarlas.

Los esfuerzos para consolidar un sistema más general de investigación científica aplicada no se plasmarían en la realidad hasta 1931, año en el que el Gobierno republicano provisional y la JAE estimaron conveniente crear la FNICER.

---

<sup>151</sup> Precisamente las industrias donde la profesionalización de la I+D industrial comenzó en el mundo al comienzo del siglo XX —Freeman (1975), pp. 29 y 30—.

## 2.2 La Junta para Ampliación de Estudios y la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas.

El inicio de una política científica de carácter estatal claramente definida de investigación aplicada y de desarrollo experimental se encuentra en el decreto de 13 de julio de 1931 por el cual se instituía la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas<sup>152</sup>. La FNICER fue presentada como una institución moderna y necesaria, cuya aparición era lógica tras la labor ejecutada por la JAE. Desde el principio sus promotores defendieron que el objetivo de la FNICER era el apoyo a la investigación, y que por tanto debía quedar exenta de cualquier connotación política:

hay que insistir en colocar estos servicios nacionales, que exigen continuidad y confianza y que piden la colaboración de todos, fuera de las oscilaciones pasionales de la política, como remanso de paz, de mutua tolerancia y de independencia y libertad científicas.<sup>153</sup>

En el preámbulo del decreto el ministro M. Domingo no dudaba en englobar a la nueva Fundación dentro de las instituciones de auxilio a la investigación surgidas en las naciones más avanzadas tras la Primera Guerra Mundial<sup>154</sup>. Además, señalaba que la FNICER no se podía entender sin la labor previa de la JAE, que había inaugurado la política de investigación científica en España.

---

<sup>152</sup> *Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, pp. 380-382. El Decreto fue ratificado por las Cortes Constituyentes, con fuerza de ley, el 5 de diciembre de 1931 —*Gaceta de Madrid*, 6 de diciembre de 1931, núm. 340, p. 1467—.

<sup>153</sup> *Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, p. 381. Hoy en día podría decirse que se concibió como una representante de lo que T. Glick denominó en el decenio de los ochenta como el "discurso civil" en la ciencia española de principios del siglo XX:

Por discurso civil entiendo el proceso por el cual una élite dividida pacta poner en suspenso, de mutuo acuerdo y en determinadas áreas, el hábito de hacer que todas las ideas sirvan para fines ideológicos. En la España de alrededor del cambio de siglo, tales condiciones llegaron a prevalecer en las áreas de la ciencia y la tecnología, con el propósito de modernizar el país, puesto que su retraso científico fue identificado por todos los sectores políticos como una de las principales razones de la derrota de España en 1898. Glick (1986), p. 11.

El "discurso civil" tenía sus límites, tal y como demostraron dos hechos. El primero ya se ha citado, se trata de la oposición de la Dictadura de Primo de Rivera a las instituciones científicas cercanas al espíritu de la *Lliga*. La segunda fue el Decreto de Expulsión de la Compañía de Jesús de 23 de febrero de 1932 que supuso el cierre del Instituto Químico de Sarrià. Por supuesto, el "discurso civil" quedó hecho añicos con la guerra civil, y posteriormente no se recuperaría plenamente.

<sup>154</sup> El preámbulo comenzaba así:

La guerra europea ha reformado la fe de nuestro siglo en el poder creador de la inteligencia humana y ha difundido esa fe entre las masas, fascinadas ante la magnitud y la profusión de inventos que multiplican el poder y el bienestar.

Las clases directoras se han apoyado en este entusiasmo para organizar la investigación científica, aunque huyendo de atentar a la libertad de métodos y de iniciativas que es condición esencial para su desarrollo. Así han surgido en todos los pueblos cultos instituciones que proponen coordinar los esfuerzos científicos y cultivar las vocaciones de los más aptos para la investigación." —*Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, p. 380—.

A continuación se citaban todas aquellas instituciones que habían surgido en el mundo con objetivos similares a los de la FNICER a las que me he referido en las páginas precedentes.

Sin embargo, la JAE ya no podía asumir directamente el objetivo de desarrollar la investigación aplicada, puesto que sus medios estaban comprometidos en el progreso de la investigación básica en ciencias sociales y de la naturaleza, y esta situación hacía imprescindible la constitución de la FNICER, si lo que se quería era una política científica más cercana a la investigación aplicada y experimental con claros objetivos de desarrollo industrial. Incluso se hacía mención explícita de que las carencias de la JAE habían agudizado el problema de no poder asegurar la continuidad de ciertas investigaciones ante la incapacidad de ofrecer puestos de trabajo a investigadores ya formados y de demostrada capacidad. Refiriéndose a la JAE el Decreto exponía:

los medios que se han otorgado en el área de su acción limitada al Departamento de Instrucción Pública, son ya insuficientes (...) se siente la necesidad de coordinar y vigorizar las investigaciones científicas y, sobre todo de cortar la emigración, ya alarmante, de muchos de los mejores cerebros que no hallan en el país, después que éste los ha formado y seleccionado, lugar propicio donde aplicarse<sup>155</sup>.

Las claves del posible éxito de la nueva política científica radicaban en dos medidas. Por una parte en hacer partícipes del esfuerzo a toda la Administración y a aquellas asociaciones y personas privadas que lo desearan<sup>156</sup>. La segunda de las claves estaba en la claridad con que eran expuestos los objetivos a cumplir, entre los que destacaban dos: la atracción de las industrias y los intereses privados hacia la investigación científica, y la puesta a punto de ensayos de reformas para implantar en pequeña escala nuevos sistemas que pudieran mejorar la riqueza, la cultura o la administración del país<sup>157</sup>.

---

<sup>155</sup> *Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, p. 381.

<sup>156</sup> El artículo primero del Decreto exponía: "Pueden contribuir a sostenerla y recibir sus beneficios los Departamentos ministeriales, las provincias y ciudades, las Corporaciones, Asociaciones y Fundaciones de carácter público y las Asociaciones y personas privadas."

Para asegurar que la FNICER tuviera prioridad en la Administración, en el artículo sexto se proponía que los Departamentos ministeriales tendrían "(...) en sus escalas o escalafones un pequeño exceso de puestos para permitir que el personal técnico pueda alternar su servicio ordinario con etapas de perfeccionamiento o especialización que pongan al día sus aptitudes." Y además debían adscribir "... de modo permanente a la Fundación el personal técnico que haya de dedicarse exclusivamente a las investigaciones." *Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, pp. 381-382.

<sup>157</sup> En el artículo segundo se mostraban los objetivos de la FNICER:

"A) El fomento de la investigación científica pura y aplicada.

B) La formación de personal científico y la protección de vocaciones extraordinarias a fin de que no se pierdan para el país.

C) La atracción de las industrias y los intereses privados para que coadyuve a las investigaciones científicas que más directamente les afecten.

La FNICER no contó con un presupuesto que le permitiese funcionar hasta 1932 en que se fijó una dotación económica mínima para un período de diez años de quince millones de pesetas<sup>158</sup>. El reparto de esa dotación quedó en el aire, ya que el Gobierno creó un subpatronato dentro de la FNICER encargado de realizar una Exploración del Amazonas sin fijar la cantidad de dinero que debería emplearse en esa tarea, en la que el Gobierno se había empeñado sin contar con una partida presupuestaria concreta. Aún siendo patente este contencioso se prefirió seguir adelante y designar los miembros de los consejos de administración de la FNICER y del nuevo Subpatronato<sup>159</sup>. Una Orden de octubre vino a reforzar la autonomía del Subpatronato dentro de la Fundación. A continuación había que solventar los problemas de competencia sobre los fondos de la FNICER, lo que no se aclaró hasta

---

D) La coordinación de trabajos y la alianza de laboratorios para ahorrar esfuerzos y crear cooperación y ambiente científicos.

E) El cultivo de las relaciones científicas con el extranjero, especialmente para el intercambio de Profesores y alumnos, para la colaboración internacional entre laboratorios y la participación de España en Congresos científicos.

F) Los ensayos de reformas para implantar en pequeña escala sin trabas y sin grandes riesgos sistemas nuevos que puedan mejorar la riqueza, la cultura o la administración del país y que necesiten una etapa de tanteos y adaptación, tales como tipos nuevos de Escuelas, Bibliotecas, Cultivos agrícolas o Industrias, sistemas de tributación y administración local, de organización sanitaria, de parcelación de tierras, de repoblaciones forestales, de urbanización de viviendas rurales, etc." *Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, p. 381.

<sup>158</sup> El artículo primero de la Ley indicaba que la FNICER "(...) recibirá durante un período mínimo de diez años subvenciones consignadas a los Presupuestos del Estado, que comenzarán no siendo inferiores a un millón de pesetas anuales, y crecerán gradualmente para alcanzar en los diez años una cifra global mínima de quince millones de pesetas." (*Gaceta de Madrid*, 21 de Agosto de 1932, p. 1362).

<sup>159</sup> Con el Decreto del 27 de agosto de 1932 el Gobierno designaba los miembros de ambos consejos. El Consejo de Administración de la FNICER estaba compuesto por Teófilo Hernando como presidente, por Julián Besteiro, Angel Ossorio y Gallardo, José Pedregal, Pedro Corominas, Angel Viñuales, José M<sup>a</sup> Tallada, Antonio García Varela, Pedro González Quijano, Carmelo Benaiges, Ernesto Winter, Rodrigo de Rodrigo y José Giral como vocales, y como secretario José Castillejo Duarte. Por su parte el Consejo del Subpatronato de la Expedición al Amazonas estaba integrado por Ignacio Bolívar (Director del Museo de Ciencias Naturales), Blas Cabrera (Director del Instituto de Física y Química de la JAE), León Herrero García (Director del Observatorio Astronómico de San Fernando), José Ortega y Gasset, Gregorio Marañón, Eduardo Hernández Pacheco, Gregorio del Amo, Augusto Barcia, José M<sup>a</sup> Cervera y, como secretario y director, Francisco Iglesias Brage (Capitán de Ingenieros Piloto de Aviación) (*Gaceta de Madrid*, 1 de septiembre de 1932, p. 1616).

La FNICER encontró algunos problemas con los nombramientos por dos motivos: Primero, por la condición de parlamentarios de algunos de los consejeros —Besteiro, Ossorio Gallardo, Giral y Corominas—, lo que condujo a algunos de ellos a plantear su renuncia al Consejo de la FNICER, aunque ésta defendiera el principio de que se era consejero de la FNICER por su la capacidad de asesorar en temas científicos, y que por tanto no era un cargo político. De todas formas, Giral, que en ningún caso quería ser consejero, fue sustituido por A. Madinaveitia, profesor de la Facultad de Farmacia. Segundo, por la coincidencia en una misma persona de dos tareas similares. Esto sucedía con el Director Administrativo de la FNICER, para cuyo cargo se había elegido a José Castillejo, en aquel momento Secretario de la JAE. El se comprometió a hacerse cargo de la dirección sólo honoríficamente hasta que dejara la Secretaría de la JAE o se encontrara un sustituto para la de la FNICER. El problema seguía latente en 1934 a la espera de una acuerdo entre la JAE y la FNICER. Castillejo quería dejar ambos puestos pero si esto no hubiera sido posible dejaba a la discreción de ambas instituciones la decisión de cual sería la que contase con sus servicios, FNICER (1935), p. 25.

un año después<sup>160</sup>. Entre tanto el Consejo de Administración de la FNICER acordó el 7 de noviembre de 1932 enviar a la prensa la noticia de la constitución de la Fundación, invitando a las administraciones territoriales, instituciones científicas y empresas industriales a que presentaran:

proyectos de enseñanzas, institutos científicos, laboratorios, renovaciones agrícolas o industriales, preparación del personal técnico o ensayos de reformas encaminadas a aumentar la eficacia o disminuir el coste de los servicios.<sup>161</sup>

La FNICER se había encontrado con inesperados problemas de orden administrativo y presupuestario, que dificultaban su buena marcha como institución. Sin embargo, la labor científica se fue afianzando según iban apareciendo o incorporándose laboratorios de investigación.

---

<sup>160</sup> La orden ministerial del 21 de octubre de 1932 consagró la autonomía del Subpatronato de la Expedición al Amazonas y forzó un nuevo decreto en el que se aclarasen el reparto de los presupuestos y los cargos y organismos de la FNICER. El Decreto del día 5 de noviembre de 1933 disipaba las dudas al respecto del presupuesto, fijando en el artículo quinto el nuevo reparto:

De los quince millones de pesetas destinadas en virtud de la ley de 23 de Julio de 1932 a subvencionar a la Fundación, se dedicará a preparar y realizar la Expedición al Amazonas una suma máxima total de nueve millones quinientas mil pesetas, distribuidas en los diez años previstos en la expresada ley. (*Gaceta de Madrid*, 8 de noviembre de 1933, núm. 312, p. 924).

<sup>161</sup> FNICER (1935), p. 9.

### 2.2.1 Los institutos de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (1933-1936).

Inicialmente la FNICER acogió a un grupo de institutos en una situación precaria, bien económica (Instituto Cajal), bien administrativa (Instituto de Estudios Internacionales y Económicos y el Seminario Matemático), pero siempre evitando "crear grandes laboratorios inspirándose en un plan de sistemática científica, corriendo el riesgo de no encontrar luego personal suficiente ni recursos, conviene iniciar pequeños núcleos allí donde se encuentren personas preparadas". El peligro que querían eludir era "provocar artificiosamente vocaciones o proyectos cuyo fondo último no sea otro que el de un mezquino interés personal. (...) Para conseguir la dedicación plena hay que asegurar retribución que cubra los gastos mínimos de una vida modesta."<sup>162</sup>

La FNICER estaba dispuesta a potenciar con material, ayudas y becas a aquellos profesores que, sin dejar su docencia, ofrecieran alumnos capacitados para en el futuro ir creando nuevos laboratorios. En algunos casos los institutos de la FNICER se encontraban en una situación de incorporación parcial a la Fundación, así por ejemplo el Instituto Cajal, que pertenecía a la JAE, tenía dos de sus laboratorios, el Laboratorio de Investigaciones Biológicas y el Laboratorio de Fisiología Cerebral también vinculados a la FNICER.

Otra tarea de la FNICER fue asimilar uno de los centros de investigación científica aplicada, el cual ya ha sido citado, más importante que existía en aquel momento: el Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática "Torres Quevedo"<sup>163</sup>. Este centro estaba ligado a la JAE a través de la Asociación de Laboratorios que el mismo Torres Quevedo había promovido desde su cargo de consejero de la JAE, además de que, como se ha expuesto anteriormente, sus instituciones eran utilizadas por algunos investigadores de la JAE para solucionar sus necesidades de instrumental. A estos institutos hay que sumar uno de nuevo cuño: el Centro de

---

<sup>162</sup> FNICER (1935), p. 32.

<sup>163</sup> El Decreto del 9 de marzo de 1933 incorporó el Laboratorio a la FNICER.

Investigaciones Vinícolas, que nacía del laboratorio de la Escuela de Ingenieros Agrónomos.

Por tanto, el núcleo científico inicial de la FNICER estaba formado por cinco institutos<sup>164</sup>:

Instituto Cajal

Instituto de Estudios Internacionales y Económicos

Seminario Matemático

Laboratorio "Torres Quevedo"

Centro de Investigaciones Vinícolas

De los cinco institutos tres estaban directamente ligados a la JAE: el Instituto Cajal, el Seminario Matemático (normalmente denominado dentro de la JAE Laboratorio Matemático) y el Instituto de Estudios Internacionales y Económicos, cuyo antecedente era el seminario libre organizado por Don Antonio Flores de Lemus en su despacho del Ministerio de Hacienda, seminario que también estaba integrado en la JAE.

Más adelante, en 1934 la FNICER creció en dos direcciones:

La primera hacia las Universidades y Escuelas Superiores en búsqueda de profesores con falta de medios. Fue gracias a una iniciativa en este sentido como surgieron el Laboratorio de Histología de la Universidad de Valladolid, dirigido por Isaac Costero, y el Laboratorio de Química Orgánica de la Universidad de Salamanca dirigido por Ignacio Rivas Marqués.

La segunda hacia las explotaciones industriales y agrícolas con falta de personal para iniciar la investigación o "por miedo al riesgo económico que siempre suponen los experimentos."<sup>165</sup> Con respecto a la colaboración con las industrias la idea era muy clara:

---

<sup>164</sup> Además hay que sumar la ayuda a la Ascensión a la Estratosfera liderada por Emilio Herrera a través de la Sociedad Geográfica Nacional —FNICER (1935)—.

<sup>165</sup> FNICER (1935), p. 32.

se determinará la aportación que éstas ofrezcan y la Fundación contribuirá a la investigación científica en cuanto represente un interés general para la producción del país.<sup>166</sup>

En esta línea se consiguió crear una red con las empresas productoras de vinos de calidad. Dicha red iba a estar conectada con el Centro de Investigaciones Vinícolas. El objetivo era analizar y mejorar los caldos por medio de una serie de comprobaciones periódicas. Esta iniciativa estaba tomando cuerpo cuando comenzó la guerra civil.

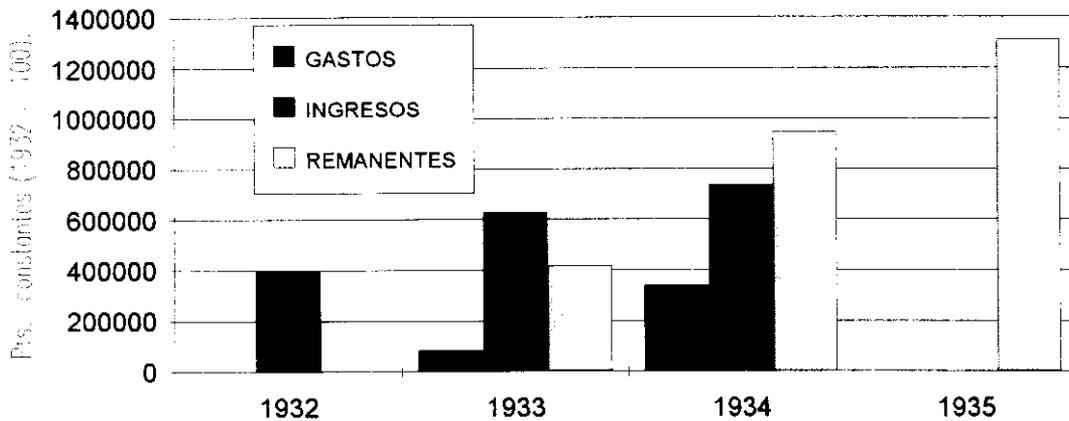
Desde la perspectiva de la gestión económica la FNICER siguió una estrategia de ahorro en sus primeros años para acumular el capital necesario que le permitiera emprender la edificación de nuevos laboratorios, ya que inicialmente los institutos integrados en la FNICER sólo lo estaban como institutos de otros centros aunque subvencionados por ella —véanse en el gráfico 2.1. las columnas de los remanentes—<sup>167</sup>. Para lograr este ahorro se evitaron los gastos en locales y se concentraron los recursos en retribuir al personal —véanse en el gráfico 2.1. los datos sobre gastos e ingresos—. De esta forma se intentaba lograr uno de los objetivos fundacionales: retener a los científicos para proseguir las investigaciones en marcha.

---

<sup>166</sup> FNICER (1935), pp. 32 y 33. En este sentido los contactos del Centro de Estudios Vinícolas estaban a punto de formalizarse en colaboraciones permanentes con las bodegas de Andalucía Occidental.

<sup>167</sup> Los remanentes de 1932 y 1933 y los siguientes los reservaba la FNICER para "atender los gastos que se presentan reunidos al intentar construcciones o instalaciones de Laboratorios y para compensar el exceso de gastos sobre la subvención anual del Estado que hay que suponer, a consecuencia del crecimiento y multiplicación de los servicios, en la última etapa de los diez años previstos para la Fundación por las disposiciones que la constituyeron." —FNICER (1935), p. 23—. El remanente acumulado desde 1932 y dispuesto para las inversiones de 1935 era de 1.309.462,9 pts., casi el doble de la subvención de 1934, que había sido de 717.000 pts.

**GRAFICO 2.1. Ingresos, gastos y remanentes de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (1932-1935).**



Fuente: CUADRO - FNICER 1. Apéndice estadístico.

Aunque la perspectiva económica era saludable, los problemas con el presupuesto procedente del Ministerio de Instrucción Pública surgieron desde el principio y la estrategia de ahorro a medio plazo se vino parcialmente abajo:

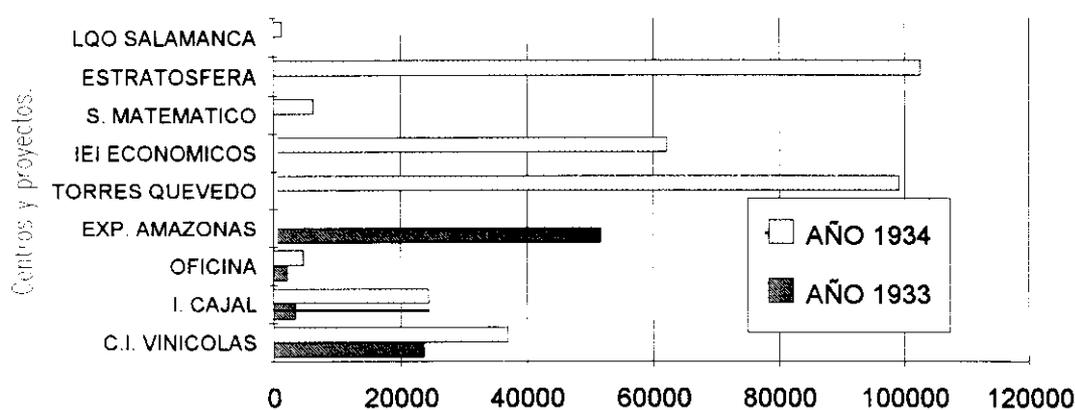
la suma total de 15.000.000 de pts., (...) quedó considerablemente mermada, porque la Orden de Instrucción Pública de 21 de octubre de 1932 y el Decreto de 5 de noviembre de 1933 dispusieron que de aquella cantidad se destinarían 9.500.000 pts. a los gastos de la expedición al Amazonas, preparada antes de existir la Fundación.<sup>168</sup>

Los documentos de la FNICER y de sus centros son escasos, por lo que resulta difícil hacerse una idea exacta de la envergadura de sus líneas de investigación. Además, lo breve del período, sólo cuatro años, hace difícil precisar la solidez institucional y científica de sus institutos. Una estimación se ofrece en el gráfico 2.2. Se trata de un punto de vista que únicamente recoge la magnitud de los gastos realizados, la mayoría de los cuales se destinarían a los sueldos de los investigadores, por parte de los diferentes centros y programas durante 1933 y 1934. De cualquier forma en los dos primeros años de actuación de la FNICER se formalizaron las investigaciones de los institutos que cumplían plenamente con sus objetivos

<sup>168</sup> FNICER (1935), p. 18. 15 millones de pesetas de 1932 serían aproximadamente en 1985 unos 1.400 millones. Para este cálculo se han utilizado los índices nacionales de precios, 1913-1985 de Maluquer de Motes —Maluquer de Motes (1989), pp. 521-522—.

fundacionales: el Centro de Investigaciones Vinícolas (CIV), el Instituto de Estudios Internacionales y Económicos (IEIE) y el Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática "Torres Quevedo" (LTQ). A continuación se exponen las características institucionales de estos centrándose en la cuestión de la cercanía o no de las acciones de los institutos a los objetivos fundacionales de la FNICER.

**GRAFICO 2.2. Gastos realizados por la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (1934 y 1935). División por centros.**



Pts. constantes (1932 = 100).

Fuente: CUADRO - FNICER 2. Apéndice estadístico.

### Centro de Investigaciones Vinícolas (CIV)

Se creó el 3 de febrero de 1933 y tenía su sede en el Laboratorio Central de la Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos de Madrid<sup>169</sup>. Inicialmente estaba formado por tres personas: Juan Marcilla, catedrático de la Escuela y director del centro, Genaro Alas, también catedrático de Agrónomos y Enrique Feduchy, ambos con el cargo de colaboradores en el CIV. La función de la nueva institución era el estudio químico, físico-químico y microbiológico de los vinos españoles, y la realización

<sup>169</sup> Desde el principio existió el compromiso por parte del Ministerio de Agricultura de destinar una de sus estaciones enológicas para los ensayos del CIV, así como un acuerdo por el cual el resto de sus estaciones tenían que colaborar con el CIV.

de experimentos y ensayos de aplicaciones industriales, a fin de abaratar los costes de producción y mejorar y diversificar los caldos<sup>170</sup>.

Durante los meses de agosto y septiembre de 1934 Marcilla y Feduchy viajaron por Andalucía Occidental y Extremadura para crear una red de conexiones con los bodegueros, que permitiese reproducir a escala industrial sus progresos de laboratorio conseguidos a lo largo de 1933 y principios de 1934, a la vez que recibir una información periódica de muestras de vinos. Fruto de su misión fue el hallazgo de similares levaduras de "flor" presentes en los vinos de gran calidad y alto precio de Andalucía, Extremadura, Castilla-León y Cantabria<sup>171</sup>.

### **Instituto de Estudios Internacionales y Económicos (IEIE)**

El IEIE junto con el CIV fueron las iniciativas más representativas del espíritu que defendía la FNICER, pues eran de creación propia. La FNICER concibió en 1933 este instituto con el fin de investigar los problemas económicos devenidos de la crisis del 29. Se intentó crear un "seminario de formación para el personal, centro de información y consulta para la Administración pública, el Parlamento y las Corporaciones o Empresas privadas y laboratorio que prepare la publicación de series de monografías y, cuando los materiales acumulados lo justifiquen, obras de conjunto sobre los asuntos exteriores, la riqueza y las finanzas de España."<sup>172</sup>

Antonio de Luna García fue nombrado director, y como tal su primera acción fue estudiar la organización que debería tener el nuevo centro, para lo cual marchó a Londres con el ánimo de estudiar la estructura del *Royal Institute of International Affairs*<sup>173</sup>.

---

<sup>170</sup> FNICER (1935), p. 12.

<sup>171</sup> *Anales del Centro de Investigaciones Vinícolas*, FNICER, 1936.

<sup>172</sup> FNICER (1935), p. 14.

<sup>173</sup> El IEIE logró la colaboración de la recién creada Federación Española de Asociaciones para Estudios Internacionales, lo que determinó que la presencia de los estudios de derecho internacional fuesen superiores a los económicos. Por esta razón la institución que se tomó como modelo sería el *Royal Institute of International Affairs*, olvidando en parte la idea inicial más economicista, cuya referencia eran los trabajos de la Fundación Rockefeller. FNICER (1935), pp. 14 y 15.

En 1934 el IEIE ya superaba ampliamente el gasto del CIV —véase el gráfico 2.2.— dado que Antonio de Luna había montado el primer servicio de documentación del instituto, dedicado especialmente al tema de relaciones internacionales de España, Hispanoamérica y Filipinas, con lo que tuvo que incorporar a ocho investigadores para cumplir la tarea: Federico de Castro, como investigador principal, y a Herbert Block, Gerhard Niemeyer, Werner Goldschmidt, Pedro Cortina Mauri, Fernando María Castiella<sup>174</sup>, Enrique Rodríguez Mata y Antonio Rubio Sacristán como colaboradores<sup>175</sup>.

### **Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática "Torres Quevedo" (LTQ)**

La tercera línea de investigaciones de la FNICER en realidad era la de mayor tradición, pues devenía del antiguo Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática, que pasó a denominarse dentro de la Fundación como Laboratorio "Torres Quevedo". En 1934 ya era el centro permanente que mayor gasto suponía dentro de la FNICER —véase el gráfico 2.2.—<sup>176</sup>.

En diciembre de 1932 el Laboratorio de Mecánica y Automática "Torres Quevedo" pasó del Ministerio de Obras Públicas al de Instrucción Pública y su director, el propio Torres Quevedo, pidió la incorporación de su instituto de investigación a la FNICER, que él mismo había promovido. El Decreto de 9 de marzo de 1933 hacía

---

<sup>174</sup> Tras la guerra civil el IEIE serviría de base para el Instituto de Estudios Políticos que asumió funciones muy parecidas pero con un sesgo político diferente. Al frente del Instituto estaría F.M. Castiella, el cual pasó de ser un teórico de derechas antes de 1936 a defender el ideario falangista, sobre todo en lo referente a la expansión territorial de España en África. En 1945 recibiría el encargo de redactar el Fuero de los Españoles y en 1957 llegaría a ser Ministro de Asuntos Exteriores —Payne (1987), p. 362-363 y 466—.

<sup>175</sup> J. Velarde señala que en el seminario del Ministerio de Hacienda Flores de Lemus formó a sus primeros discípulos: Vicente Gay, Agustín Viñuales, Gabriel Franco, José Álvarez de Cienfuegos, Enrique Rodríguez Mata y Ramón Carande —Velarde (1990), p. 116—.

<sup>176</sup> Si bien las 100.000 pts de la Ascensión a la Estratosfera superaban el gasto del Laboratorio "Torres Quevedo" no se puede olvidar que esta misión era puntual, y que por tanto no debe ser entendida como una línea de investigación, al igual que no se ha creído adecuado analizar la Expedición al Amazonas.

realidad el ingreso del Laboratorio en la FNICER y le asignaba las siguientes prioridades:

- a) Investigaciones científicas de automática y sus aplicaciones industriales.
- b) Estudios y fabricación de aparatos, preferentemente al servicio de los centros científicos y establecimientos de enseñanza del Estado<sup>177</sup>.
- c) Preparación del personal que pueda contribuir a elevar el nivel y garantizar la continuidad de la obra o ser útil para otros centros de investigación científica industrial.<sup>178</sup>

En el Laboratorio se construían pequeños aparatos, sobre todo para determinados organismos del Estado, así como las reparaciones de los mismos o de otros comprados a diferentes firmas industriales. Además, se llevaban a cabo los diseños de inventores particulares que el Consejo de la FNICER creía oportuno apoyar. El LTQ cumplía una serie de funciones esenciales en la Administración de un Estado con una economía industrializada: oficina de normalización, laboratorio de peritaje y ensayos, laboratorio de análisis de peticiones de patentes y servicio de mantenimiento de equipos de precisión del Estado. Poco del tiempo y del esfuerzo investigador quedaban para que el Laboratorio tuviera sus propios proyectos científicos. Verdaderamente operaba como un servicio del Estado, no como un centro de investigación. La única investigación real era la que el propio Leonardo Torres Quevedo hacía por su propio empeño, el resto no pasaban de ser servicios y logros materiales de indudable valía, pero que implicaban un bajo valor científico y tecnológico.

La necesidad de estos servicios es imprescindible para cualquier Administración en un país industrializado. En España el LTQ no era la única institución que cumplía esta labor. Como se ha dicho, en Barcelona se desarrollaron este tipo de laboratorios dependientes de las necesidades de la *Mancomunitat*<sup>179</sup>. En Madrid el Ministerio de Obras Públicas, que además era de donde inicialmente había surgido el

---

<sup>177</sup> El Laboratorio ofrecía a los centros del Estado la construcción de aparatos al precio de coste frente a la industria privada. Cuando el encargo no provenía del Estado entonces se recargaba un 12% del costo total en el precio final, y dicho recargo entraba en un fondo de reserva.

<sup>178</sup> FNICER (1935), p. 15.

<sup>179</sup> Especialmente el Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicadas, que funcionó como escuela de electricidad y mecánica, y como servicio técnico de la Mancomunitat de Cataluña entre 1917 y 1924.

LTQ, fue el que más laboratorios de análisis de materiales tuvo. Buena muestra de ello son las instalaciones que aún quedan junto al Observatorio Astronómico de Juan de Villanueva en el Retiro. La labor llevada a cabo debe considerarse de baja complejidad tecnológica, pero tuvieron la virtud de originar núcleos de investigación aplicada.

Estos tres centros (CIV, IEIE y LTQ) se convirtieron inmediatamente en el núcleo de la FNICER. Junto a ellos aparecieron antiguas instituciones de investigación básica en precarias condiciones económicas, que encontraron en la Fundación una salida a sus problemas. Este era el caso tanto del Instituto Cajal como del Laboratorio Matemático de la JAE. Santiago Ramón y Cajal pidió ayuda directamente a la FNICER para subvencionar a algunos de sus investigadores, ya que de lo contrario el Instituto parecía avocado a desaparecer con él. La respuesta de la FNICER fue hacerse cargo desde el 16 de octubre de 1933 de algunos laboratorios del Instituto Cajal, para "poder retener a los investigadores cuya preparación y aptitudes. se perderían si no se les facilita la posibilidad de una dedicación lo más completa posible al trabajo científico,..." El esfuerzo de estos tres histólogos (Jorge Francisco Tello, Miguel Prados y Fernando Castro Rodríguez) y de los becarios que la Fundación subvencione alejarán por el momento el riesgo de que el Instituto Cajal no sobreviva a su creador. Pero hay que hacer algo más que esto."<sup>180</sup> Por su parte el Laboratorio Matemático, que pasaría a denominarse en la FNICER como Seminario Matemático, comenzó sus trabajos en enero de 1934 con la vuelta de Argentina de su director Rey Pastor, pero en abril éste regresó a Argentina, aduciendo que retornaba para hacerse con el material bibliográfico pertinente. Ahora bien, el Seminario siguió activo y se decidió, por indicación del propio Rey Pastor, contratar al matemático Ugo Broggi para que impartiera un curso breve<sup>181</sup>.

En 1935 la FNICER había comenzado a publicar artículos y monografías. Sus líneas de investigación se estaban fortaleciendo, pero en cualquier caso la importancia

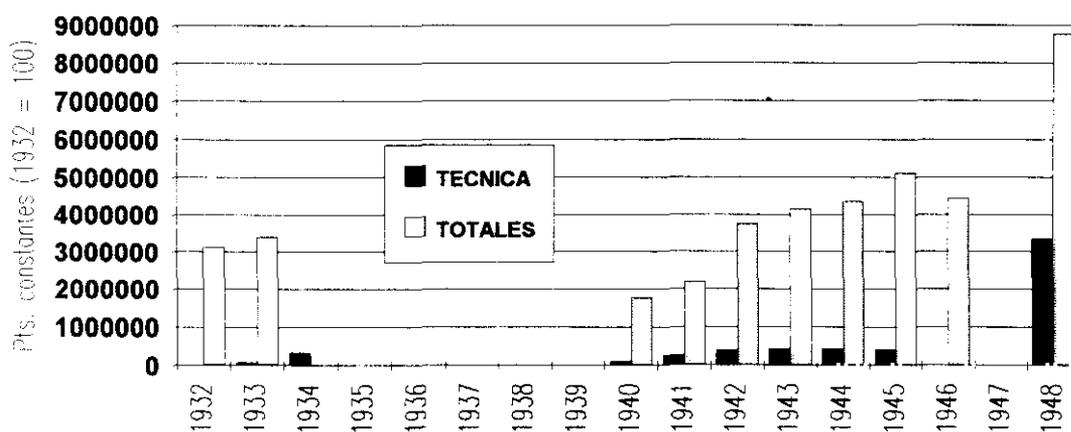
---

<sup>180</sup> FNICER (1935), pp. 16-17.

<sup>181</sup> En el gráfico 2 se observan otras dos líneas de gastos para el año 1933: la de la Expedición al Amazonas y la de los gastos de la oficina de la FNICER. Como ya se ha indicado anteriormente, sería equívoco incluir los gastos de la Expedición al Amazonas como parte de un proyecto de la FNICER, más bien hay que interpretarlos como el fruto de una estrategia del Gobierno para financiar un evento, que sin dejar de ser científico, en poco respondía a los principios de la FNICER. Con respecto a los gastos de la oficina sólo cabe indicar lo reducido de su cuantía.

de la investigación aplicada frente a la básica era pequeña. El conjunto de instituciones dedicadas a la investigación científica anteriores a la contienda civil se asentaba en su mayor parte en los laboratorios de ciencia básica promovidos por la JAE<sup>182</sup>, mientras que la FNICER no dejaba de ser una iniciativa muy nueva que no podía compararse ni en el tamaño ni en el gasto con la JAE —véase el gráfico 2.3.—. Ahora bien, su potencialidad era notable a juzgar por el interés del Gobierno, mas la guerra hizo acto de presencia.

**GRAFICO 2.3. Gastos totales y gastos en investigación técnica en la Junta para Ampliación de Estudios y en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1932-1948).**



Fuente: Cuadro - JAE-CSIC 4. Apéndice estadístico.

### 3.3. El desmantelamiento de las instituciones científicas de la Junta para Ampliación de Estudios.

La situación de la FNICER en 1936 recuerda a la del Laboratorio General de Ensayos y Acondicionamientos en 1923. Nuevamente un golpe de Estado rompía la

<sup>182</sup> El proceso de *institucionalización* en España de la investigación básica ha sido expuesto de forma sistemática por Sánchez Ron —Sánchez Ron (1988b)—.

segunda tentativa por *institucionalizar* la investigación científica aplicada y de desarrollo experimental.

Los centros científicos bajo la política del Primer Franquismo no pudieron conservar el nivel alcanzado por la investigación antes de la guerra civil. Ello fue debido a la falta de capital humano altamente cualificado, prematuramente desaparecido a causa de los combates, las ulteriores purgas y represiones políticas y, la consecuencia indirecta de éstas dos últimas: el exilio<sup>183</sup>.

En otros trabajos se ha llegado a una estimación de los efectos que debieron tener aquellos acontecimientos para con los científicos<sup>184</sup>. Un análisis de los *Escalafones Generales de los Catedráticos de las Universidades* para los años 1898, 1920, 1935 y 1948<sup>185</sup> ha servido para presentar una estimación de la incidencia de la guerra civil, el exilio y la purga franquista sobre los catedráticos<sup>186</sup>. Del estudio de los *Escalafones* se desprende que tras la brecha de la contienda y la purga franquista el ritmo de generación de cátedras se recuperó rápidamente, alcanzándose unos niveles tales, que ya en 1940 era evidente que se había restaurado la tendencia de antes de

---

<sup>183</sup> Como señala J. Catalán la guerra civil y la posterior represión hicieron que se perdiera entre un 3 y un 4 % de la fuerza de trabajo, lo cual superó a las pérdidas durante la II Guerra Mundial de países como Francia o Italia. España, tan sólo fue rebasada por Grecia que perdió el 6 %. Es el quebranto causado a los conocimientos técnicos, por la contienda y la represión posbélica, una de las claves principales para entender la lenta recuperación de los años cuarenta —Catalán (1989b), p. 89 y Biescas (1980), p. 21—. A esto habría que sumar que, ante el peligro de invasión durante la Segunda Guerra Mundial y posteriormente, en los años cuarenta se mantuvieron varios reemplazos movilizados, lo que "significaba retirar de la producción el capital humano más productivo." González (1990), p. 23.

<sup>184</sup> No existen muchos análisis cuantitativos sobre el capital humano en esta época, pero como indicativo de ellos valga el trabajo de S. Garma y J. M. Sánchez Ron —Garma y Sánchez Ron (1989)— sobre la Universidad de Madrid y el CSIC. Por su parte J. Senent-Josa señala que:

Una encuesta realizada en 1942 entre españoles refugiados en Francia establecía la presencia de 1.643 médicos, 1.224 abogados, 431 ingenieros y técnicos, 216 profesores de enseñanza media, 156 profesores universitarios (de los 550 existentes en España en 1936 [J. Senent-Josa debe referirse a catedráticos, ya que 550 era el número de estos antes de la guerra civil]) entre los que figuraban 7 rectores, 817 diplomados universitarios, 243 escritores y periodistas." —Senent-Josa (1977), pp. 36 y 37—.

C.M. Rama va más allá y señala que los intelectuales exiliados representaban alrededor del 90 % de la *intelligentzia* española —Rama (1976), p. 405—. Por su parte, M. Ballbé señala que en 1948 los tribunales militares depuraban una media de ochocientas personas al año durante el decenio de los años cincuenta —Ballbé (1992)—. Los trabajos sobre casos particulares de personas o regiones que sufrieron la represión de la posguerra son más abundantes —Albarracín (1985), Olange de Ros (1985) y Calvo (1992)—.

<sup>185</sup> La colección más completa de los *Escalafones* se encuentra en el Archivo General de la Administración (Alcalá de Henares), pero en el archivo de Madrid (Arganzuela) del Ministerio de Educación y Ciencia existe otra con un documento muy interesante; el *Escalafón* del año 1935 que debió ser usado para realizar el de 1948.

<sup>186</sup> López García (1991).

la guerra, pero ésta normalización era del todo falsa. Muchos de los nuevos catedráticos tenían una formación de peor calidad en relación a los desaparecidos, es decir, entraron como catedráticos profesores de mayor edad que de no haber mediado la guerra y sus consecuencias difícilmente hubieran llegado a la cátedra. Aunque algunos profesores jóvenes tuvieron un rápido ascenso, lo cierto es que la edad de acceso a la cátedra se retrasó para el conjunto del escalafón. La purga, la guerra y la mortalidad hicieron del escalafón de catedráticos de 1948 un escalafón con una estructura de edades de acceso a la cátedra mayor que la que se había logrado en 1935, debido a la entrada de nuevos catedráticos cuya edad era considerable, pero sobre todo a que la purga se había llevado a cabo entre los catedráticos más jóvenes y entre los que antes habían conseguido acceder a la cátedra. Esto como es lógico envejecía la edad media de los catedráticos y avanzaba la edad media con la que se había accedido a la cátedra. La desaparición de los catedráticos del *Escalafón* de 1935, que presumiblemente deberían haber estado en el *Escalafón* de 1948, deformó la estructura de edades de acceso a la cátedra, retro trayéndola a una situación propia del *Escalafón* de 1920. El franquismo había deshecho la labor de renovación de los años veinte y treinta, época en la que habían entrado catedráticos jóvenes y con perfil investigador. En pocos años la política educativa franquista intentó paliar la brecha, pero indudablemente no se pudo improvisar la calidad del capital humano que se había "perdido"<sup>187</sup>.

Las conclusiones preliminares arrojaron que la purga, por sí misma, mermó en no menos de un 10,6%<sup>188</sup> al grupo más capacitado para la investigación aplicada de entre los científicos: los catedráticos de universidad de las facultades de ciencias naturales y exactas.

---

<sup>187</sup> López García (1991).

<sup>188</sup> Este porcentaje se refiere a los catedráticos dedicados a las áreas de ciencias naturales y exactas y, entre las ciencias sociales, sólo las económicas. Los datos para el conjunto de catedráticos pueden consultarse en López García (1991). La purga en las ciencias naturales fue superior porque mayor era el compromiso político de los científicos de las áreas de ciencias naturales y exactas que de los de ciencias sociales con la República —Glick (1988b), p. 299—. El ejemplo más representativo sería Juan Negrín López fundador de la escuela española de fisiología, base de la formación del Nobel Severo Ochoa, y Primer Ministro del Gobierno de la Segunda República desde mayo de 1937 hasta la derrota —Casado de Otaola (1992)—.

El daño causado al capital humano no fue sólo su desaparición física. También hay que tener presentes las consecuencias como la pérdida de calidad del conjunto de catedráticos y las rupturas de sus líneas de trabajo y, por tanto, en la política de docencia e investigación. Si la Universidad salió dañada, mucho peor fue el perjuicio causado a las instituciones científicas ligadas con cualquiera de los principios renovadores de la JAE.

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) fue el sucesor en todos los órdenes de la JAE, ya que se quedó con sus instalaciones, fondos científicos y materiales de laboratorio, a la vez que heredaba las partidas presupuestarias del Estado y buena parte de la ordenación de gastos por áreas científicas —véanse los gráficos 2.4., 2.5. y 2.6.—<sup>189</sup>. Esta estructura de los gastos se contradice con las tesis mantenidas por autores como: L. Camón, J.L. Peset, C. López Fernández y E. Criado, entre otros, que toman la ley fundacional del CSIC como si fuera un reflejo fiel de lo que era e iba a ser su devenir, sin apreciar su contenido ideológico y propagandístico<sup>190</sup>. La excesiva importancia dada al texto legislativo de la creación del Consejo conduce a magnificar ciertos aspectos del CSIC, como puedan ser su función como centro de producción ideológica, o el haberse relegado a las ciencias naturales a un plano muy inferior en comparación a lo sucedido en la JAE. Las partidas presupuestarias, cuya fiabilidad es máxima a juzgar por los documentos consultados de la contabilidad interna de los patronatos del CSIC, indican, como se aprecia en los gráficos 2.5. y 2.6., que la estructura del gasto del CSIC no difiere de la de la JAE, al menos hasta 1947-48. Por ello resulta un tanto desigual el análisis de G. Pasamar. Este autor ofrece una visión distorsionada de los primeros años del CSIC debido a que su análisis se centra en las ciencias sociales, en especial en la historia, y suele caer en la tentación de identificar la parte por el todo<sup>191</sup>. No es válido, como él

---

<sup>189</sup> Pasamar Alzuría (1991), p. 43-46.

<sup>190</sup> Camón (1978), p. 75 y 76; Peset (1986), p. 38; López Fernández (1987), p. 169 y Criado (1990), p. 116 y 117.

<sup>191</sup> Pasamar analiza la contabilidad del CSIC para, como él dice: "entender el desigual reparto de prebendas académicas". Con tal fin nos presenta el cuadro titulado *Inversiones y gastos realizados por el CSIC (años 1940-1950)* —Pasamar (1991), pp. 51-57.— en el que no da explicaciones de en qué se gasta una media para el quinquenio 1940-45 del 22,1% de los gastos, y para el siguiente quinquenio una media anual del 46,2% de los gastos, o lo que es lo mismo, que su análisis desprecia aproximadamente un tercio del gasto anual. Tampoco presenta en el cuadro el fenómeno de la elevación del gasto en investigación técnica que hemos presentado en el gráfico 3, aunque sí dice que desde 1946 se advierte "una voluntad —es decir una necesidad— de poner soluciones «autárquicas» por la vía de la financiación

mantiene, generalizar diciendo que el "Consejo fue una manifestación de las funciones científicas y culturales de ciertos catedráticos de la Universidad Central", aunque agregue una matización que parece indicar que esto sucedía especialmente en el caso de Filosofía y Letras. Sin entrar en lo que era o dejaba de ser el Consejo en su conjunto, lo cierto es que desde 1946, siguiendo el propio razonamiento de Pasamar, que utiliza la contabilidad del CSIC para apuntalar sus tesis, la mitad del CSIC era en lo relativo a gastos e inversiones el Patronato "Juan de la Cierva" (PJC), y éste era una pieza del modelo económico dirigista defendido por hombres como Suanzes o Planell, ejecutado administrativamente por Lora Tamayo y, desde el punto de vista de la investigación, llevado a cabo por una diversidad de científicos que difícilmente podían hacer de sus institutos "mandarinatos", ya que las directrices se decidían en la organización central del Patronato. El análisis de Pasamar es válido para las ciencias sociales, pero sólo para ellas. Aunque él lo niegue el CSIC, a través del PJC, sí poseyó alguna participación en supuestos procesos de crecimiento económico<sup>192</sup>.

Tampoco se puede afirmar sin más, que el CSIC "dispuso, a diferencia de las universidades, de una seguridad presupuestaria absoluta, porque sus ingresos más importantes procedían de una creciente subvención del Ministerio de Educación Nacional."<sup>193</sup> Que la universidad sufriera más penurias no quiere decir que el CSIC estuviera libre de ellas. Según las *Actas de la Comisión Permanente del PJC* desde 1946-47 los patronatos de ciencias naturales no aplicadas solicitan una equiparación de sueldos y medios con el PJC, el cual responde concediendo un dinero para apoyar a las investigaciones en "ciencias puras" del CSIC —aproximadamente un millón de pts. anuales— y creando un apartado llamado de Trabajos Subvencionados, que supusieron entre el 1 y el 3 % de los gastos anuales en el período 1948-1958.

---

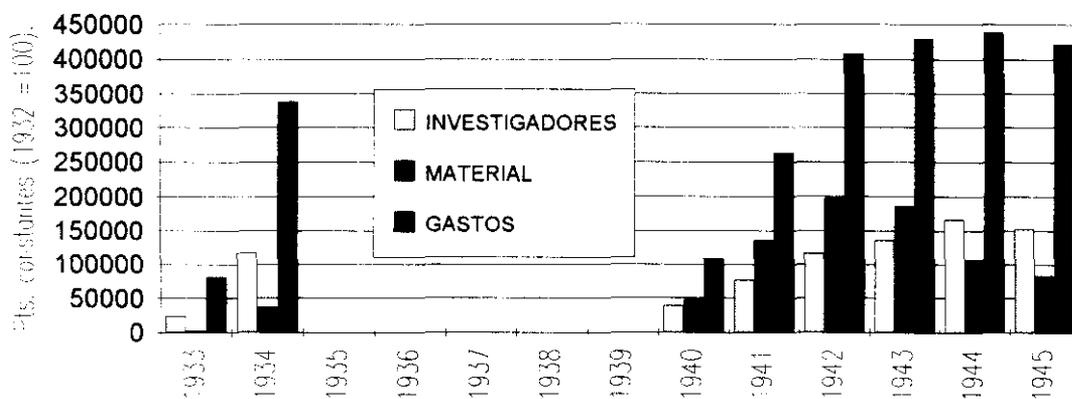
del Patronato *Juan de la Cierva* de Ciencias Aplicadas." —Pasamar (1991) p. 49— Pero lo cierto es que cuesta advertirlo y su análisis es contradictorio, puesto que en su cuadro hace depender al PJC de otro Ministerio —que no especifica— a partir de 1946, hecho totalmente falso (véase la nota a las fuentes del cuadro *Inversiones y gastos realizados por el CSIC (años 1940-1950)* —Pasamar (1991), p. 57—). En resumen, Pasamar utilizando los datos de los *Créditos afectos al Consejo (CSIC) del Presupuesto del Ministerio de Educación Nacional* indica que desde 1946 en el CSIC se da un tirón de la ciencias naturales protagonizado por el PJC, pero a la vez mantiene que desde ese año el PJC no pertenece al Ministerio de Educación Nacional.

<sup>192</sup> Esta última frase se toma de Pasamar pero en un sentido totalmente diferente —Pasamar (1991), p. 49—

<sup>193</sup> Pasamar (1991), p. 49.

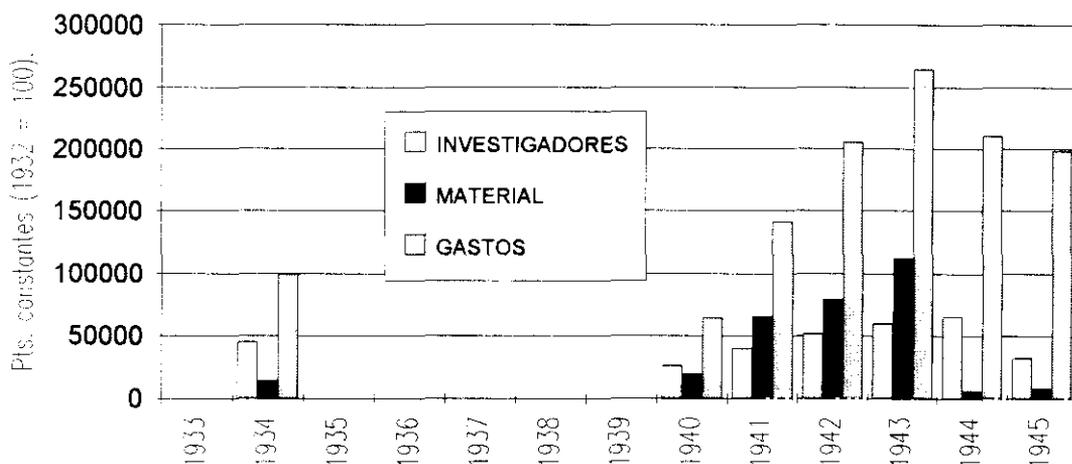
Además, en pesetas constantes la subvención del Ministerio de Educación Nacional se quedó prácticamente estancada desde 1949 hasta 1962 en lo que respecta al PJC.

**GRAFICO 2.4. Gastos de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas y del Patronato "Juan de la Cierva", 1933-1945. (Gastos en investigadores, en material y gastos totales).**



Fuente: CUADRO - FNICER-PJC 2. Apéndice estadístico.

**GRAFICO 2.4 BIS. Detalle de los gastos del Instituto "Leonardo Torres Quevedo", 1934-1945.**



Fuente: CUADRO - FNICER-PJC 4. Apéndice estadístico.

Ciertamente la brutalidad franquista no se puede determinar por apreciaciones derivadas de la lectura de la ley fundacional del CSIC, ni se puede argumentar nada sobre el CSIC olvidando al PJC. En este sentido han sido más clarividentes los análisis de P. González Blasco, J. Blanco y J. López Piñero:

El CSIC, en su intento de proseguir la tradición nacional, rompió con el reciente, y en gran parte logrado, intento de la Junta para Ampliación de Estudios, con lo que creó un cierto vacío. Esto se refleja en el reclutamiento de los investigadores: sólo el 5 por 100 de los mismos que trabajaban en el CSIC en 1955 habían publicado algo con anterioridad a 1940 (...) en 1955, el CSIC es ya una vasta organización por lo que respecta a edificios, pero es harto débil en cuanto a elemento humano y a productividad. Entre 1940 y 1955 de un total de 7 patronatos, con 53 institutos, nos encontramos con que aproximadamente el 50 por 100 de los institutos u organizaciones similares cuentan sólo con un colaborador o investigador. (...) podríamos hablar de un investigador calificado ocupado de su propia investigación. En total, tenemos 157 científicos (colaboradores o investigadores) en 53 grandes unidades. La proporción es de tres investigadores por cada unidad mayor. (...) 26 colaboradores representan cada uno individualmente a uno de los institutos, secciones o centros del CSIC.<sup>194</sup>

Estos autores, al estudiar en su conjunto el CSIC, presentan una realidad aún menos desastrosa de lo que era<sup>195</sup>. El PJC ofrecía mejores ratios que el resto del CSIC, sobre todo en el número de investigadores por instituto o dedicados a un proyecto, con lo que la situación en los otros Patronatos era, con algún instituto excepcional, aún más lamentable que la expuesta por González, Jiménez y López. Pero a la vez hay que señalar que para medir la actividad del PJC, que recordémoslo sería en términos de gasto ya en 1946 la mitad de la del CSIC, no es válido utilizar sólo la producción de artículos, ya que este aspecto era secundario para el PJC, mucho más interesados en realizar servicios a las empresas, informes para la toma de decisiones económicas y, en todo caso, patentes. Esta es una de las razones por la

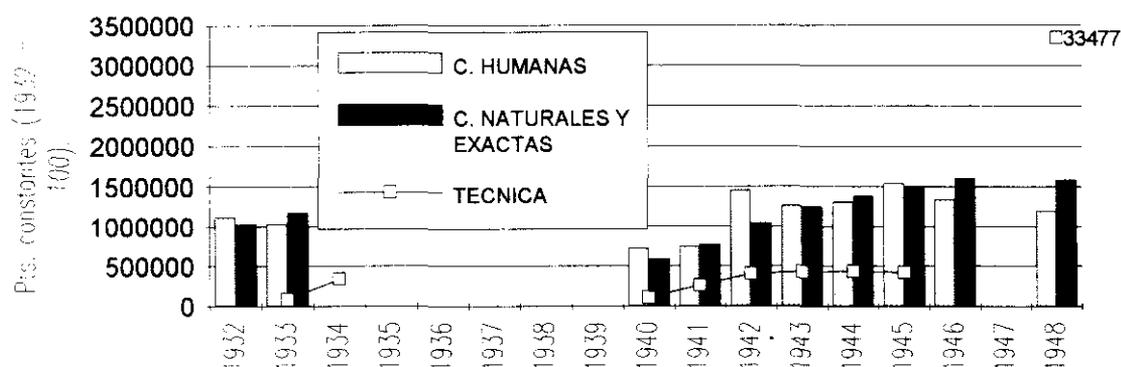
---

<sup>194</sup> González Blasco, Jiménez Blanco y López Piñero (1979), pp. 131-133.

<sup>195</sup> Las apreciaciones de Pasamar sí estarían justificadas para los Patronatos del CSIC con excepción del PJC, y en especial para los de ciencias sociales, en los que sí se podría hablar del CSIC como un instrumento más en el "proceso de ocupación de cátedras como forma de acceso al control de importantes parcelas de poder universitario (e indirectamente político) y lo que implicó en las élites culturales de postguerra al apoyo explícito al Régimen o la aceptación de la situación dada con la victoria del franquismo en la Guerra. Esto último explica que el Consejo Superior fuese adquiriendo unas funciones políticas cuyo análisis es tan importante como su propia actividad científica." —Pasamar (1991), p. 49.—

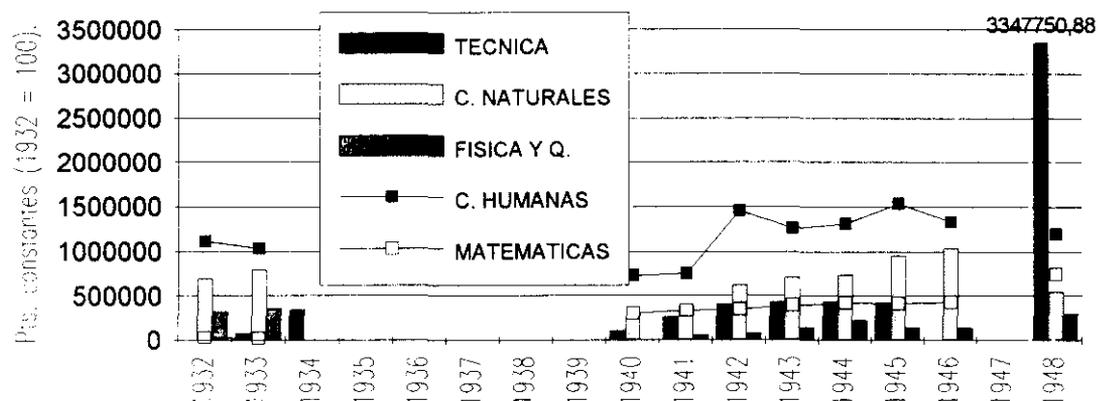
que he preferido utilizar a lo largo de mi investigación los proyectos de investigación como indicadores más fiables de la actividad del PJC.

**GRAFICO 2.5. Gastos por áreas científicas de investigación en la Junta para Ampliación de Estudios y en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1932-1948).**



Fuente: Cuadro - JAE-CSIC 4. Apéndice estadístico.

**GRAFICO 2.6. Gastos por áreas científicas de investigación en la Junta para ampliación de Estudios y en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1932-1948. (Desglose de las ciencias naturales y exactas).**



Fuente: Cuadro - JAE-CSIC 4. Apéndice estadístico.

Lo que sí está muy claro es que el CSIC no heredó el personal científico de la JAE, el cual fue prácticamente sustituido en su totalidad. De los 316 miembros de la JAE (incluyendo la FNICER) de 1934 el CSIC de 1941 sólo mantuvo a 15. La purga franquista y el *autoexilio* sumados debieron de causar no menos del 60% de las bajas de los antiguos científicos de la JAE<sup>196</sup>. La gravedad de la depuración en la JAE condujo a una escasez de capital humano tal, que en 1941 el número de investigadores del CSIC era sólo de 123, es decir, aproximadamente un 40% del personal que tenía la JAE en 1934. Frente a esta insuficiencia de capital humano el CSIC intentó paliar la situación ampliando la dotación económica e iniciando una política de construcción de instalaciones, que al año siguiente, es decir 1942, le llevaría a superar el presupuesto de la JAE de 1934 —véanse en el gráfico 2.4. las partidas de gastos—.

Se puede decir que la transición entre la JAE y el CSIC fue de las más traumáticas, con respecto al personal, acaecidas entre las instituciones públicas. Sin embargo, en lo referente a los presupuestos y su estructura de gastos por áreas científicas —véanse los gráficos 2.3., 2.5. y 2.6.—, así como a los edificios y al material de laboratorio (gráfico 2.4), hubo evidentes continuidades que los responsables del CSIC no ocultaron:

La Secretaría ha efectuado una minuciosa revisión del abundante material dejado por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones en material de intercambio científico (...).

Se han iniciado los trabajos de difusión en todos los Centros intelectuales extranjeros, bibliotecas, casas editoriales, etc., enviando el folleto del CSIC para dar a conocer la organización del mismo, y para reanudar todas las relaciones que los Centros hispánicos y los estudiosos de asuntos hispánicos en el extranjero tenían antes con la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.<sup>197</sup>

El CSIC se impuso como heredero de la JAE, y también de la FNICER. La estructuración del CSIC por patronatos, que se correspondían con áreas científicas

---

<sup>196</sup> Los datos de la purga en la JAE —incluyendo a la FNICER— se han obtenido cruzando los nombres de los miembros de la JAE, según la *Memoria de 1934*, con los del CSIC, según la *Memoria de 1940-41* (CSIC, 1942). Se ha dejado un margen de error tan alto porque en años sucesivos fueron incorporándose al CSIC otros antiguos miembros de la JAE, pero en una cifra muy reducida —no más de 10—. Además 17 altos miembros de la JAE, que no entraron en el CSIC, mantuvieron su cátedra o la ganaron en esos años, y otros 9 mejoraron como funcionarios su puesto en la Administración.

<sup>197</sup> 1º Pleno 28 de octubre de 1940. CSIC (1942), pp. 9-10.

muy delimitadas, replanteó la adscripción de los antiguos institutos de la JAE y la FNICER. El Patronato "Juan de la Cierva" del CSIC se arrogó parte de los objetivos, instalaciones e incluso una porción del antiguo personal de la Fundación<sup>198</sup>.

La heterogeneidad inicial de la FNICER, debida en buena medida a que era una institución incipiente y que por tanto reunía iniciativas de muy diversa índole, quedó restringida, ya que el Patronato tenía el objetivo inicial de realizar sólo investigación técnica con una clara vocación de trabajo en el desarrollo experimental al servicio de la industria. Los institutos adscritos a la FNICER que no respondían a este principio fueron asignados a otros patronatos especializados. La parte del Instituto Cajal que había absorbido la FNICER se recolocó en el Patronato "Santiago Ramón y Cajal" de Investigaciones Biológicas. Como el área de ciencias naturales había sufrido la purga con una virulencia especial, y el propio Ramón y Cajal había fallecido en 1934, hubo que echar mano de otros centros para achicar la pérdida. Fue así como Juan Marcilla, antiguo director del CIV de la FNICER pasó a ser el director de la Sección de Biología del nuevo Instituto "Santiago Ramón y Cajal". Esta medida implicaba la desaparición del CIV, a lo que también contribuyó el hecho de que este centro formaba parte de la política de reforma agraria a pequeña escala y de modo experimental, medidas ambas alejadas de la política agraria del nuevo régimen. De igual manera dejaba de tener sentido el otro instituto de la FNICER con espíritu reformador: el IEIE. Sin embargo, parte de sus objetivos fueron recogidos por el Instituto de Estudios Fiscales del Ministerio de Hacienda. El Seminario Matemático pasó a ser el Instituto "Jorge Juan" de Matemáticas dentro del Patronato "Alfonso el Sabio", dedicado a las ciencias exactas, la física y la química. Del Laboratorio de Química Orgánica de Salamanca, recién adscrito en 1934 a la FNICER, nada más se supo. La Exploración del Amazonas quedó olvidada, así como la Ascensión a la Estratosfera, lo cual no es extraño, ya que ambas iniciativas estuvieron respaldadas durante la República por la parte más avanzada y progresista del ejército. No se puede olvidar que la Ascensión era un proyecto del republicano Comandante Emilio Herrera.

---

<sup>198</sup> Una muestra más de la continuidad entre la FNICER y el Patronato "Juan de la Cierva" es que el propio J.A. Albareda empieza por citar a la FNICER para situar los orígenes del Patronato. En contra de la opinión partidista de J.M. Albareda la FNICER no "disociaba" la investigación de esta institución con respecto a la Universidad, ni partía de cero sin tener en cuenta los trabajos de la JAE. En realidad era todo lo contrario —Albareda (1951), pp. 389-396—.

El único instituto que permaneció de la FNICER en el nuevo Patronato fue el "Torres Quevedo". Su dirección fue asumida por J.M. Torroja Miret, antiguo subdirector del Laboratorio cuando lo lideraba Leonardo Torres Quevedo, que había fallecido en 1936. El llamado ahora Instituto "Torres Quevedo" volvía a ser el núcleo de la *institucionalización* de la investigación técnica. Había sido el eje de la FNICER y en esta nueva ocasión le tocaba ser la piedra angular del Patronato "Juan de la Cierva"<sup>199</sup>.

La FNICER había sido desmantelada. Parte de sus objetivos, los que no tenían implicaciones de reformas económicas, pasaban a ser abanderados por el Patronato "Juan de la Cierva", lo cual hacía que la nueva institución sólo retomara como herencia del pasado la tradición investigadora y científica del Laboratorio "Torres Quevedo", reafirmada en el hecho de que su nuevo director era el más oportuno, ya que antes había ejercido la subdirección. El inédito Patronato guardaba semejanzas con la FNICER en sus objetivos y en la manera de conseguirlos. Ambos apoyaban a institutos que ya existían como fórmula para avanzar inicialmente. En algunos casos el apoyo fue fundamental para el instituto integrado en su ámbito de acción -Instituto Cajal en el caso de la FNICER e investigaciones de otros patronatos en el caso del Patronato como veremos más adelante-. En ambas instituciones parece haber habido una decisión política previa en favor del fomento a la investigación técnica aplicada - que se traslució en los Presupuestos del Estado-, cuya aplicación se llevó a cabo de tres maneras: por una parte la extracción de la investigación técnica y aplicada de institutos dedicados a investigación básica, por otra la creación de nuevos institutos netamente aplicados, y por último la potenciación de los institutos de investigación técnica aplicada que ya existieran. Ahora bien, si el Patronato tenía antecedentes de y semejanzas con la FNICER, también inauguraba una nueva política científica desde el momento de su creación.

---

<sup>199</sup> Para una apreciación de la importancia del Instituto "Torres Quevedo" dentro de la FNICER y dentro del Patronato "Juan de la Cierva" véase el gráfico 4 bis.

## CAPITULO 3. LA POLITICA ECONOMICA Y LA REORGANIZACION DE LA POLITICA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA EN EL PRIMER FRANQUISMO.

### 3.1 La política económica del primer franquismo.

Antes de continuar con la organización del Patronato "Juan de la Cierva" (PJC) se impone saber algo más acerca del modelo de industrialización que inspira la política industrial del primer franquismo, en el que Suanzes adquiere un papel dirigente y dentro del cual el PJC aparece en 1946 como una institución esencial. Para acercarnos a la política económica del período merece la pena plantearse hasta qué punto el modelo de industrialización dirigido por Suanzes y representado por el INI, era un proyecto para ponerse al día con respecto a los países avanzados en el terreno industrial, y por tanto, hasta qué punto se puede estudiar, también, como un fenómeno de acercamiento tecnológico a semejanza del descrito en la sección teórica de esta tesis. Con estas dos cuestiones quiero introducir tres ideas que se desarrollan en este capítulo de síntesis bibliográfica:

— Primera, que la autarquía económica plena fue un experiencia muy limitada en el tiempo (1938-1944), pero en la cual estuvieron presentes todas las opciones de política económica que se desarrollarían al menos hasta 1959, incluida la política de sustitución de importaciones.

— Segunda, que el INI, con Suanzes, era una organización plenamente coherente con el objetivo de la sustitución de importaciones. Esto determinó recelos persistentes en el traspaso de la iniciativa a la actividad privada una vez conseguido un cierto grado de industrialización, que se alcanzó cuando el valor añadido bruto del sector secundario superó al agrícola, hecho que acaeció en 1951.

— Tercera, que la política de sustitución de importaciones no puede entenderse como una serie de principios sin sentido económico alguno, ni como el fruto de las guerras y bloqueos, sino como una política económica decidida, que intentó mantener un proyecto de industrialización forzado<sup>200</sup>. Ahora bien, cada vez tuvo menos posibilidades de adaptarse a las cambiantes situaciones económicas exteriores e interiores, llegando el momento en que el sistema degeneró, ante la creciente dependencia de nuevas importaciones para sustituir un flujo precedente de importaciones.

Aparte de estas tres ideas también quiero destacar el hecho de que el período de tiempo que transcurre entre 1938 y 1963 tiene, desde el punto de vista de la concepción y la ejecución de la política económica, un protagonista relevante: Suanzes. Durante esta etapa este hombre siempre ostentó uno, dos o incluso tres puestos claves en la política económica española. Desde sus cargos como Ministro de Industria y Comercio (1938-1939 y 1945-1951), como Presidente del INI (1941-1963) y como Presidente del PJC (1942-1963), fue el mayor y más constante defensor de la planificación, el dirigismo económico y la política de sustitución de importaciones. Durante el lapso temporal indicado, la actuación de Suanzes se transformó desde la economía de guerra (1938 a 1939) hasta una política de sustitución de importaciones en desintegración (1958 a 1963). Entre medias asistimos al crecimiento y desarrollo de la política de sustitución de importaciones o, desde otro punto de vista, como señala M.J. González, a la transformación de un escenario dirigista y cerrado en un espacio abierto a los aires de Occidente y del mercado, cuyo instante culminante fue el año 1959, cuando chocaron y a la vez se dieron el relevo las dos ideologías:

la que había prevalecido en los mejores momentos del sistema dirigista y la que preconizaban los nuevos hombres públicos asesorados por un grupo de

---

<sup>200</sup> García Delgado (1989), pp. 165-170 y García Pérez (1992), p. 490. P. Fraile da una interpretación sobre la sustitución de importaciones con anterioridad a la postguerra española —Fraile (1991), cap. 7—.

economistas que trabajaban en la Administración. (...) una, la ideología de mercado, propugnada desde fuera por los Organismos internacionales y desde dentro por los nuevos protagonistas de la política económica. Otra, la ideología intervencionista que subsistía como inspiradora de la política industrial.<sup>201</sup>

Se trata, por tanto, del enfrentamiento entre dos modelos de desarrollo económico —de *ingenierismo versus* economía liberal—, que en cada momento se presentaron haciendo hincapié en uno u otro factor económico y defendidos con mayor o menor éxito por sus protagonistas<sup>202</sup>.

Este apartado se divide en dos subapartados. En el primero se presenta una aproximación a la economía política del franquismo desde 1939 hasta 1959. El segundo es un intento de personalizar en la figura de Suanzes el modelo económico predominante que se puso en práctica entre 1938 y 1963 a través del proyecto de industrialización basado en el INI. A través de estos apartados he intentado aproximarme al proyecto industrial de Suanzes y al ambiente de la economía política del momento en donde se encuadró el PJC. No ofrezco un panorama general de la economía. Por ello, los problemas de la actividad privada sólo afloran en relación a las actuaciones del poder público<sup>203</sup>. Este hecho no es un inconveniente para la presente tesis, ya que la investigación científica y tecnológica estaba concentrada en las instituciones públicas. No obstante, queda por hacer el estudio del problema de la renovación y la difusión de las técnicas, al menos con anterioridad a los años sesenta<sup>204</sup>, en las empresas privadas, las cuales se vieron sometidas, por la falta de movilidad del capital y de relaciones internacionales, a una fuerte restricción de

---

<sup>201</sup> González (1979), p. 12, 16 y 31.

<sup>202</sup> Velasco (1984); Velarde (1990), pp. 15-36 y (1990b), pp. 124-132; Carande (1941) y Robert (1943).

<sup>203</sup> Los autores que se han ocupado del fenómeno del "mercado negro" son los que mejor pueden explicar el funcionamiento del conjunto de la economía, aunque sus estudios suelen fijarse en la agricultura —Garrabou, Barciela y Jiménez Blanco (eds.) (1986); Barciela (1989) y (1989b); González (1990) y Naredo (1991)—. Las mejores aportaciones por el lado del análisis de la industria en su conjunto son las de J. Catalan —(1989a) y (1989b)—, a las que hay que sumar los estudios sectoriales o regionales como los de J. Calvet y M. González Portilla —Calvet (1992) y González Portilla (1989)—. También es interesante el planteamiento de M.J. González para entender las conexiones de la política económica con la realidad económica —González (1990)—.

<sup>204</sup> A partir de esa fecha existe el trabajo de Braña, Buesa y Molero —Braña, Buesa y Molero (1984), pp. 277 y ss—.

tecnología tanto incorporada (bienes de capital) como a través de contratos de asistencia técnica<sup>205</sup>.

---

<sup>205</sup> Ros Hombravella (1978), p. 158. Además, la iniciativa privada no tenía incentivos para aumentar, por sí sola, la eficacia técnica, obtener mayor productividad y hacer un uso adecuado de los recursos —González (1990), p. 27—.

### 3.1.1 La economía política del franquismo: entre la autarquía y la sustitución de importaciones (1939 - 1959).

R. García Pérez ha definido el *programa autárquico* como un "crecimiento industrial sobre base militar para sostener una política exterior expansionista"<sup>206</sup>. Desde esta perspectiva la autarquía sería un fenómeno muy limitado en el tiempo, que tuvo sentido mientras existió una situación exterior favorable. Pero, al ser ganada la guerra mundial por los aliados los principios de la autarquía variaron considerablemente, rebajándose las propuestas de expansión territorial y autoabastecimiento, a la vez que se fortaleció la política de sustitución de importaciones. Es difícil negar que esta política no guiaba al Gobierno desde 1945 cuando su Ministro de Industria y Comercio, Suanzes, fue el mayor ejecutor de la misma. Sin embargo, según A. Viñas la política económica de la autarquía se fundó desde el primer momento en "una desconfianza profunda frente al exterior, basada en una determinada concepción de las relaciones con el entorno y no en la sustitución de importaciones."<sup>207</sup> Sobre esta idea incide A. Carreras, para quien la política de sustitución de importaciones fue más característica de los años cincuenta que de los cuarenta, puesto que en estos últimos dominó la autarquía, "un estado de guerra permanente" que significaba "prescindir enteramente de las importaciones y convertirse en enteramente autosuficiente."<sup>208</sup>

La controversia procede, a mi entender, de la relativa buena prensa que ha tenido la política de sustitución de importaciones —"con todas sus limitaciones y sus virtualidades"<sup>209</sup>— de los años cincuenta como base del crecimiento de los años sesenta. La buena prensa viene de que aún no ha sido totalmente superado el libro

---

<sup>206</sup> García Pérez (1990) y (1992b). También se denomina a la autarquía plena como autarquía de expansión por estar ligada al imperialismo. En oposición estaría la autarquía de repliegue anclada en el proteccionismo —Ros Hombravella (1978), p. 171—.

<sup>207</sup> Viñas (1984), pp. 208-210.

<sup>208</sup> Carreras (1988), p. 150.

<sup>209</sup> Carreras (1990), p. 85.

que escribiera en 1976 J. Donges *La industrialización en España*<sup>210</sup>. Por ello, existe el reparo de limitar la autarquía en el tiempo, porque ello significa que se puede fijar el inicio de la política de sustitución de importaciones pronto, por ejemplo en 1945, pero eso no representa que la política económica dejara de ser injusta, y que se pusieran unas bases incorrectas de crecimiento. La realidad es que la sustitución de importaciones sirvió desde el principio como un instrumento más para una nueva distribución de la riqueza. Un repaso del período sirve para aclarar estos conceptos.

La autarquía económica plena sólo tuvo la posibilidad de llevarse a efecto entre 1939 y 1944, mientras España mantuvo, por una parte, sus posibilidades de expansión territorial en el norte de África —aunque el sueño de un amplio espacio económico ya había sufrido un fuerte contratiempo en 1940, cuando Hitler negó a Franco la posibilidad de dominar la zona de Orán, todo Marruecos, el Camerún francés, así como de expandirse hacia el sur, hasta el paralelo 20 del Sahara—<sup>211</sup>, y por otro lado, mientras recibía la asistencia técnica de Alemania para industrializarse de forma rápida y apoyándose en la iniciativa pública<sup>212</sup>. En esta fase, única en la que tal vez las autoridades del momento tenían posibilidades de alcanzar una autarquía mayor, la política económica sostuvo una situación de posguerra con demasiadas características de economía de guerra y pocas de reconstrucción. Indudablemente, no se puede decir que la economía del primer franquismo fuese una economía de guerra, porque ésta había finalizado en 1939, pero desde luego un Gobierno que se gastaba las tres cuartas partes de sus Presupuestos Generales en defensa —entre 1935 y 1940 el 78 % del incremento del consumo público de debió a gastos militares, y entre 1942 y

---

<sup>210</sup> Donges (1976).

<sup>211</sup> Payne (1987), pp. 281-289 y Ros Hombravella y otros (1978), pp. 75-82. En el mes de septiembre de 1940 el ejército colonial francés se mantuvo fiel al Gobierno de Vichy y neutral frente al ataque de las tropas inglesas y francesas (Gobierno en el exilio) contra Dakar. Desde ese momento Alemania incluyó de nuevo a Francia en el reparto colonial, quedando los intereses españoles muy mermados —García Pérez (1993)—

<sup>212</sup> Los acuerdos de cooperación técnica entre Alemania y España del período 1940 y 1944 han sido estudiados por García Pérez —García Pérez (1992), pp. 482-511—.

1943 el 90 %— , policía y represión judicial está ciertamente muy cerca de ello<sup>213</sup>. Además, como señalan S.G. Payne y M. Jerez Mir hasta 1945 el personal militar ocuparía el 45,9 % de todos los cargos ministeriales y el 36,8 % de los puestos en el Gobierno:

La posición predominante en el nuevo Estado la tenían las Fuerzas Armadas, que habían iniciado el movimiento nacionalista y lo habían llevado a la victoria. Durante la primera fase de la posguerra, los militares jugaron un papel mucho más importante y ocuparon más altos cargos en el Gobierno y en el sistema administrativo que el partido único oficial. El Ejército no sólo había dado al Estado su base militar vital, sino que controlaba la represión y dirigía las fuerzas de la política, a través de sus cargos ministeriales era responsable de gran parte de la reconstrucción nacional y del nuevo programa de industrialización.<sup>214</sup>

Este estado de economía de guerra sin guerra estaba plenamente en consonancia con el ideario económico de Franco y su Gobierno en aquel momento. Como señala M.J. González , tras la derrota del Eje después fueron los factores ideológicos, como la oposición al orden liberal, el mimetismo con las políticas económicas alemana e italiana, el fetichismo industrialista y el nacionalismo defensivo, los que alentaron la política de intervención practicada en el decenio de 1940<sup>215</sup>. Franco creía que las teorías liberales y ortodoxas ya estaban anticuadas, y que por tanto las actuaciones económicas debían subordinarse a los intereses del Estado allí donde a éste le afectara. A ello añadía la obcecación con la idea de la inmensa riqueza natural de España, que serviría para levantar una economía en un buen grado autosuficiente<sup>216</sup>. Estas posiciones se plasmaron en un documento que firmó en octubre de 1939: *Fundamentos y directrices de un Plan de saneamiento de nuestra*

---

<sup>213</sup> Rama (1976), p. 385 y Carreras (1989c), p. 20. Para un estudio pormenorizado de los gastos en defensa véase: Gómez Castañeda (1985), pp. 28-30. M.J. González también incide en el militarismo del régimen —González (1990), pp. 23 y 24—. Por último señalar que las importaciones de material de guerra llegaron a suponer algunos años los mayores gastos de divisas, así por ejemplo en 1944 se registró una salida de 44 millones de dólares que suponía una cuarta parte de las divisas —Catalan (1989b), p. 90—.

<sup>214</sup> Payne (1987), p. 256.

<sup>215</sup> González (1979), p. 45.

<sup>216</sup> Idea que compartía con Suanzes —Suanzes (1943) y Sudrià (1992), pp. 8 y 9—.

*economía armónico con nuestra reconstrucción nacional*<sup>217</sup>. Mas este plan no llegó a ejecutarse. El ministro de Hacienda J. Larraz y los de Comercio e Industria L. Alarcón de la Lastra primero, y posteriormente D. Carceller lo transformaron en función de la situación exterior, relegando el proyecto de la autarquía plena al comercio exterior y a la política industrial. Fue en este último asunto donde se intensificaron las medidas. La Ley de Protección y Fomento de la Industria Nacional (octubre de 1939), la Ley de Ordenación y Defensa de la Industria Nacional (noviembre de 1939) y la creación del INI (septiembre de 1941), institución ésta bajo la dirección de Suanzes, fueron las bases para una ordenación industrial cuyos objetivos eran la defensa nacional y la consecución de la industrialización a través de la sustitución de importaciones y la inversión pública, evitando así la dependencia de las inversiones directas del extranjero. Esta legislación dejaba claro dos cosas. Primera, que no era un objetivo inmediato la satisfacción de las necesidades perentorias de la población, porque debido a esta política el Gobierno destinó en el período 1940-1958 el 60 % de las importaciones a insumos industriales, mientras que la importación de alimentos se situó en el 30 %<sup>218</sup>. Segunda, que si bien el nuevo régimen podía tener más o menos razón con respecto a la riqueza de los recursos naturales y a la disposición de mano de obra, sin embargo, olvidaba que si ambos factores habían sido explotados con relativa eficiencia y a gran escala anteriormente, ello había sido debido a que las inversiones extranjeras habían dotado a la economía española del factor que realmente le era escaso: el capital<sup>219</sup>.

En 1939 la posibilidad de industrializarse, por la vía de la autarquía, dependía en gran medida de los acuerdos a los que se llegara con Alemania al respecto de la

---

<sup>217</sup> Citado por A. Ballestero —Ballestero (1993)—. Es una lástima que esta obra tan actual no tenga un criterio más científico a la hora de citar las fuentes utilizadas.

<sup>218</sup> González (1979), pp 45-46—.

<sup>219</sup> A. Viñas señala que la legislación del 39 desalentó la inversión extranjera directa en la economía española —Viñas (1984), p. 211—, pero no desarrolla más este tema, volviendo a repetir sus apreciaciones de 1979 —Viñas, Viñuela, Eguidazu, Pulgar y Florensa (1979), I tomo, pp. 309 y 310—. No obstante, para R. Carr y J.P. Fusi este ostracismo con respecto al mercado internacional de préstamos significa que la directrices económicas eran ante todo decisiones políticas y no económicas —Carr y Fusi (1981), p. 52—.

asistencia técnica. Carceller inició las conversaciones con el Gobierno alemán para lograr un acuerdo que permitiese acometer un amplio plan de industrialización. El "Plan Carceller", así denominado por los alemanes<sup>220</sup>, fue un intento fallido de asegurarse el abastecimiento de productos intermedios claves en la economía española (carbón, lubricantes, gasolina y abonos nitrogenados), que incluía dos proyectos; uno de asistencia técnica consistente en el envío de una comisión de especialistas en hidrocarburos sintéticos, y otro de política económica en el que destacaba la colaboración del *Reichsamt für Wirtschaftsausbau* (Servicio de Desarrollo Económico) para diseñar un Plan General de Industrialización para España<sup>221</sup>.

El "Plan Carceller" nunca terminó de ponerse en práctica, pero en 1942 el INI organizó un periplo a Alemania con propósitos similares. J. Planell (ingeniero militar, administrador del INI, presidente de ENCASO y director del Instituto Nacional del Combustible del PJC), se trasladó allí con el propósito de obtener un acuerdo en transferencia de tecnología en materia de hidrocarburos. A este primer encuentro se uniría después Suanzes, el cual conseguiría un cierto compromiso de ayuda técnica para varios sectores de la industria pesada. Este proyecto se estimó que costaría al INI unos 100 millones de RM, y comenzó a mediados del año 1942 con la visita de una comisión de técnicos destinada a asesorar al INI en temas relacionados con la explotación de recursos naturales. La delegación estaba encabezada por Altpeter (encargado general del Plan Cuatrienal alemán), y empezó sus investigaciones a finales del mes de agosto<sup>222</sup>.

Los proyectos sobre los que trabajó la comisión alemana fueron: el tratamiento de la pizarras bituminosas de Puertollano (Ciudad Real), la destilación de lignitos de Utrillas (Teruel) y la construcción de una refinería en Escombreras (Cartagena). Se planteó un contrato de asistencia técnica entre el INI y la empresa pública alemana

---

<sup>220</sup> García Pérez (1992), p. 485.

<sup>221</sup> García Pérez (1992), pp. 485-487.

<sup>222</sup> Para más información véase: García Pérez (1992), pp. 494-499 y 573.

Mineralölbau, pero no se puso en marcha hasta que no se firmó, en el mes de diciembre de 1942, el convenio comercial general entre ambos Estados. Las negociaciones INI-Mineralölbau se reiniciaron, y finalmente en el mes de enero del año siguiente se rubricó un acuerdo por el que la empresa alemana canalizaba todos los pedidos del INI hacia las casas alemanas, lo que convertía a Mineralölbau en el interlocutor principal del INI en Alemania. La operación se cifró en 80 millones de RM para la primera fase<sup>223</sup>, y los suministros empezaron a llegar a lo largo de 1943 y 1944, pero el devenir de la guerra impidió que la transferencia tecnológica continuase<sup>224</sup>.

Del análisis que hace R. García Pérez de los contratos del INI con empresas germanas entre 1942 y 1945<sup>225</sup>, se desprende que la tecnología alemana fue decisiva, y prácticamente la única fuente disponible de conocimientos tecnológicos, en la puesta en marcha de buena parte de las empresas más carismáticas del INI, pero también señala que esta tecnología sólo se transmitió a partir de que creció la dependencia de Alemania con respecto a las materias primas españolas, y que la transferencia no cubrió el apartado de bienes de equipo. Todo ello es interpretado por García Pérez como prueba de que Alemania nunca hubiera estado dispuesta a permitir que España pudiera industrializarse, por lo menos no hasta el punto de que pasara a ser una potencia económica difícil de someter al orden económico que el Tercer Reich quería imponer en Europa <sup>226</sup>.

---

<sup>223</sup> García Pérez (1992), p. 576-579. Según A. Ballestero en 1944 los contratos con Alemania suponían unos pagos de 90 millones de RM repartidos entre 5 grandes proyectos: hornos de destilación de pizarras e hidrogenación (Lurgi y Farbenindustrie), refinería de Escombreras (Rheinmetall-Borsig), tuberías de acero (Mannesman) y centrales eléctricas (Man-Skod) —Ballestero (1993), pp. 141-142 y 147-150—.

<sup>224</sup> Los proyectos que debían haberse llevado acabo eran: la fábrica de destilación de pizarras bituminosas de Puertollano, los complejos de tratamientos de carbones de Utrillas y Puentes de García Rodríguez (La Coruña), la refinería de Escombreras, una instalación piloto en Berga (Barcelona), la construcción de hornos *Brassert* para las empresas La Felguera y Altos Hornos y, por último, una planta de tratamiento de piritas para la Sociedad Electromecánica de Córdoba —García Pérez (1992), p. 653, nota 65—.

<sup>225</sup> García Pérez (1992), pp. 879-888.

<sup>226</sup> García Pérez (1992), pp. 888-892.

Al término de la Segunda Guerra Mundial estaba claro que la autarquía plena era imposible de conseguir. También era palmario que no se había aprovechado la ventaja de la no beligerancia para haber vendido aprovisionamientos a los contendientes, explotando así las ventajas comparativas del momento, aunque entre algunos empresarios se planteó dicha posibilidad, pero desde 1943 la idea de una guerra larga que proporcionaría una fuerte demanda de productos españoles, se alejó<sup>227</sup>. La ayuda técnica alemana había desaparecido y la expansión territorial, que hubiera dado sentido a un autoabastecimiento, como base de la industrialización, estaba más en retroceso que en avance<sup>228</sup>. Además, a todo ello se sumaba un creciente bloqueo económico y político internacional con excepciones puntuales, amén de la ayuda argentina<sup>229</sup>. La economía de posguerra se alargó en el tiempo originando situaciones de economía de la miseria<sup>230</sup>, es decir, explotación extensiva de los recursos y los residuos que conducían a la obtención de rendimientos decrecientes<sup>231</sup>. La crisis del sueño de la autarquía plena y el alargamiento de la posguerra provocaron una política económica centrada en un dirigismo económico a ultranza, como la única fórmula capaz de arrostrar la situación económica, aunque de cualquier forma, no se debe olvidar que el régimen impuso la política económica que deseó. Es más, las pretensiones aislacionistas se autoreforzaban sin necesidad de "estímulos" exteriores<sup>232</sup>.

---

<sup>227</sup> Ros Hombravella y otros (1978), p. 59 y González (1979), p. 46. En cualquier caso, España fue el país de Europa entre los no beligerantes que menos supo aprovechar la situación —Catalan (1989b) y García Delgado (1989), pp. 167 y 171—.

<sup>228</sup> El declive total llegó en el período 1956 y 1958, cuando el Rif español se incorporó a Marruecos para más tarde entregar la zona de Cabo Juby, después de los problemas para mantener Sidi Ifni y El Aaiun —Payne (1987), pp. 411, 443 y 444—.

<sup>229</sup> A principios de 1944 se cortó la provisión de gasolina, y en el mes de mayo el Gobierno se declaró neutral y suprimió toda colaboración con el Eje —Rama (1976), p. 362—.

<sup>230</sup> Carreras (1990), p. 50.

<sup>231</sup> En este sentido es ilustrativo que aún en 1957 Carrero Blanco siguiera insistiendo en esta línea:

Quando se hayan agotado todos los recursos, de la técnica y del trabajo, en poner al máximo de producción el total de la superficie explotable del suelo español, podremos hablar de si España era rica o pobre, pero para llegar a esto queda aún mucho camino por recorrer y *nuestro deber está en recorrerlo lo antes posible y con el máximo rendimiento*. Archivo de la Presidencia del Gobierno, serie del secretario del gobierno, caja 4, expediente 115/57, transcrito por A. Viñas —Viñas (1984), p. 324—.

<sup>232</sup> Carr y Fusi (1981), p. 51.

El dirigismo económico consiguió reactivar la actividad industrial, por medio de la política de sustitución de importaciones, en un momento en el que a buena parte del sector privado no se le daban oportunidades para poner en práctica iniciativas encaminadas a desarrollar las ventajas comparativas<sup>233</sup>. Un ejemplo adecuado de esto último fue la práctica desaparición de la banca catalana frente al crecimiento de la gran "banca nacional", que terminaría en los años cincuenta controlando las empresas industriales, aunque más por un proceso de absorción que de creación<sup>234</sup>. En cualquier caso, se inauguró un período de intensa política industrial de sustitución de importaciones que llegó hasta 1951, basado en la iniciativa pública y en la modernización de la industria a través de la importación de bienes de equipo. M.J. González denomina a este período de *transición* entre la reconstrucción y la industrialización, y señala que en este tiempo el dirigismo se hizo más fuerte por reacción al bloqueo internacional y a los problemas de miseria económica que derivaban de un autoabastecimiento imposible. La actitud que adoptó el régimen fue a la vez de resistencia al exterior, que conducía a una economía cerrada, y de fuga hacia adelante en su afán de sustituir importaciones. Para poder sustentar formalmente esta combinación, el dirigismo económico defendió la presunción de que el conocimiento técnico todo lo puede, y que por tanto, las posibles decisiones económicas debían ser escogidas de entre las que presentaran los expertos, es decir, los ingenieros<sup>235</sup>. C.V. Velasco ha denominado esta actitud como *ingenierismo*<sup>236</sup>.

---

233 J. Velarde señala que a mediados de los años cuarenta "se comprendía [por parte de las autoridades económicas] que no existía alternativa ortodoxa por parte de la Banca privada, en una etapa, además de baja producción y de altas exigencias inversoras." —Velarde (1989), p. 50—. Sin embargo, P. Martín Aceña y F. Comín mantienen que eran infundadas las supuestas deficiencias del empresariado y del sistema financiero —Martín Aceña y Comín (1991), p. 84—.

234 Sardá (1978), p. 17 y Nadal y Sudrià (1983), pp. 353-375. Partiendo de esta aseveración, C. Moya elucidó su hipótesis de que el desarrollo económico estuvo en manos de la élite financiera —Moya (1984), pp. 86-112—. Con respecto a los efectos del franquismo en Cataluña véanse los trabajos de Ribas i Massana (1978) y Molinero e Ysas (1990), así como el *dossier* de la revista *L'AVENÇ* —Sudrià (1991), Catalan (1991), Calvet (1991) y Molinero (1991)—.

235 Las decisiones económicas quedaban vinculadas al prestigio social neutral de la tecnología. De esta manera los ingenieros dominaron la política económica, porque eran los que imponían, con el apoyo del régimen, su "aséptica" visión de conjunto y su modelo de desarrollo correspondiente. Para una explicación teórica de este planteamiento véase Esteva Fabregat (1984).

Su momento de auge coincidió por una parte, con la máxima acaparación de cargos de Suanzes (1945-1951), y por otra, con la fase severa del bloqueo internacional<sup>237</sup>.

En esta etapa de la política económica destacan dos fechas:

- 1948, porque según J. Velarde fue el año en que "se pusieron los elementos típicos de una estabilización: contracción monetaria; aprovechamiento de una coyuntura agrícola de menores carencias que en el pasado (...); freno a los precios; mejora de la balanza comercial; finalmente, una más íntima compenetración de banca e industria."<sup>238</sup>

- 1951, porque fue la fecha en la que se sobrepasaron las cifras de producción anteriores a la guerra civil. Además, fue el momento en el que por primera vez el valor añadido bruto del sector secundario superó al del primario. 1951 también fue el año de la remodelación gubernamental que supuso el primer eslabón que desembocaría en el Plan de Estabilización<sup>239</sup>.

El empuje de la sustitución de importaciones terminó provocando a finales de los años cuarenta una fase de relativa modernización industrial y ,a la vez, un proceso muy particular de acercamiento tecnológico, caracterizados ambos por la importación de maquinaria y el aprendizaje por la utilización, el uso y la reproducción. Pero a medio plazo era un sistema de modernización económica y tecnológicamente perverso.

---

<sup>236</sup> Velasco propone que el *ingenierismo* es apreciable por sus consecuencias en la política económica, en la que hizo "que en el binomio económico «posibilidades / realizaciones» fuera el ingeniero el que igualase ambos términos (si es que la «técnica» lo hacía posible), y sin tener en cuenta para nada las observaciones y prevenciones que la ciencia económica podía haber hecho antes de pasar del primero al segundo vocablo." Velasco (1984), p. 97.

<sup>237</sup> La declaración por parte de las Naciones Unidas estuvo en vigor desde el 12 de diciembre de 1946 hasta el 4 de noviembre de 1950.

<sup>238</sup> Velarde (1989), p. 58.

<sup>239</sup> Ros Hombravella y otros (1978), pp. 229-231; González (1979), p. 115 y 116 y (1990), pp. 29 y 30; Viñas (1984), p. 225; Velarde (1989), p. 69 y García Delgado (1990), pp. 138-148.

Las primeras muestras de su debilidad se dieron a partir de 1950, cuando la ayuda económica internacional puso de manifiesto la verdadera bondad del sistema económico por cambiar en beneficio de sus ciudadanos<sup>240</sup>. El dirigismo económico podía relajar en parte su economía de resistencia y abrir la economía, pero no lo hizo, y como excusa alegó el peligro de una posible intrusión extranjera que, unida a la movilización popular, debilitarían al régimen. El miedo debía ser cierto, ya que los ministerios militares aún consumían buena parte de los Presupuestos Generales con el objetivo principal de mantener y defender a Franco, y secundario de conservar el debilitado sueño del gran espacio económico capaz de sustentar una autarquía económica plena, es decir, gobernar las posesiones africanas<sup>241</sup>.

Las siguientes evidencias de apocamiento vinieron con la remodelación ministerial de 1951, que retiró a Suanzes del Gobierno y dividió el Ministerio de Industria y Comercio en dos. Con este cambio ministerial se separaron las decisiones de orden comercial de las de orden industrial, y se inició una liberalización basada en la relajación de los mecanismos interventores<sup>242</sup>. No obstante, mientras se mantuvieran en alguna medida las políticas de economía de posguerra o resistencia y de autarquía más o menos debilitada, nadie desde el Gobierno podía criticar seriamente a Suanzes por seguir adelante con su industrialismo sustitutivo de importaciones. Pero aunque la crítica fuese velada, lo cierto era que a Suanzes ya no

---

<sup>240</sup> El Senado de los EE. UU. autorizó en el mes de agosto de 1950 el primer préstamo al régimen de Franco para financiar las importaciones. El 16 de noviembre se aprobó un crédito por 62,5 millones de dólares, prelude de los acuerdos de septiembre de 1953, en los que se acordó una ayuda económica y militar por un plazo de diez años que supuso la entrada de 2.209 millones de dólares —Payne (1987) pp. 392-395 y p. 432—. En contra de la posición de J.M. Esteban las cláusulas en política económica que incluía el tratado con los EE. UU. no constituyeron el cambio de una opresión fascista por una de corte liberal capitalista, económicamente significaban un impulso a las reformas fiscales de carácter progresivo —Esteban (1977), pp. 165 y 168-169—.

<sup>241</sup> En 1940 los gastos de las Fuerzas Armadas más los de la policía suponían el 50,5 % de los Presupuestos Generales, cinco años después el 40,4 %. En los años 1950 y 1951 los ministerios militares consumían una tercera parte de los Presupuestos Generales. En 1953 se redujeron las 24 divisiones militares a 18, y mermó notablemente el número de oficiales. Más tarde la retirada del Rif dejó el número de divisiones en 12. Sin embargo, la mengua de los ejércitos fue acompañada del aumento de las fuerzas policiales, llegando éstas en 1958 a consumir el 5,8 % de los Presupuestos Generales —Rama (1976), p. 381-384 y Payne (1987), pp. 257-260—.

<sup>242</sup> Ros Hombravella y otros (1978), pp. 294 y 295.

se le permitió dirigir el conjunto de la economía, como había sucedido hasta 1951, porque su política económica lo supeditaba todo a medio plazo a una creciente sustitución de importaciones, cada vez menos posible por carecer tanto de un territorio creciente, como de recursos tecnológicos en continuo aumento —el PJC, el INTA y los centros de investigación del INI no suplían la demanda—. En términos de lógica la reflexión sería: a menos economía de resistencia y a menos autarquía les corresponden menos sustitución de importaciones, o lo que es lo mismo, a más economía abierta y mayores relaciones internacionales mayor aprovechamiento de las ventajas comparativas y de la especialización productiva y comercial. Es ingenuo pensar que el *ingenierismo*, con Suanzes al frente, desconocía los principios más elementales de la economía, sencillamente les tenían que resultar inadmisibles porque destruían la esencia misma de su razón de ser. Al negar racionalidad alguna a los gestores de la política económica del momento se incurre en la trampa en la que caen algunos analistas del franquismo, quienes plantean que una de las características de la política económica del primer franquismo era su desprecio por la racionalidad en la gestión económica y su ignorancia imperdonable sobre las nociones fundamentales de la economía. Exponer que la maldad de la autarquía fue la maldad de un sistema abierto al que se le retiró una gestión económica de corte liberal, es una inferencia que niega racionalidad económica alguna a la política de aquellos años, y que por tanto, obliga a analizar esa política como si de una sucesión de hechos irracionales se tratase, en los que la historia económica poco tendría que decir. Se ha llegado a escribir que las autoridades económicas se dejaban llevar por su propia palabrería demagógica, o lo que es lo mismo, admitir que se habían vuelto seres irracionales<sup>243</sup>.

---

<sup>243</sup> Una argumentación lógica nunca es muy correcta cuando encubre una inferencia, es decir, cuando razona lo que es algo (objeto A) indicando a lo que se opone (objeto B), porque nada informa de la bondad o maldad del objeto de estudio (objeto A), sino de la maldad que tendría un objeto de estudio diferente del que es estudiado (objeto B) si se le quitase una de sus características esenciales —A sería el objeto a estudiar pero del cual sólo se nos diría que es como B cuando B carece de algo esencial para ser B—.

Al estudiar las importaciones de bienes de equipo las evidencias de la debilidad del sistema económico toman aún mayor fuerza. M.J. González expone tres fases de fuerte importación de bienes de equipo: primera, 1940-1943, segunda, 1945-1949 y tercera, 1950-1957. Entre ellas se sucedieron períodos muy breves de estabilización o ligera caída, pero a partir de 1957 la declinación fue persistente hasta 1961<sup>244</sup>, de modo que la industrialización sustitutiva de importaciones se encontró en serias dificultades intrínsecas que la hacían muy difícil proseguir. Posiblemente, y ello queda pendiente de confirmación para nuevos trabajos, se había llegado al límite en el que se podía financiar una industrialización sustitutiva de importaciones con los sacrificios de la agricultura, con una fiscalidad regresiva y con el auxilio de la ayuda exterior. Los medios de la sociedad para importar nuevos bienes de equipo e intermedios se habían sobrepasado, al igual que la explotación en exceso de los recursos naturales (economía de la miseria), mientras que la capacidad tecnológica hacía tiempo que había entrado en rendimientos decrecientes.

Independientemente de estas debilidades, el desarrollo de los años cincuenta tenía suficientes bases inestables —la expansión rápida de los gastos de inversión del Estado en los organismos autónomos como el INI, la financiación inflacionista, la falta de un sistema fiscal moderno y los impedimentos legales a las inversiones extranjeras— como para andar buscado una causa única en la política de sustitución de importaciones, aunque ésta fuera la más relevante. Las limitaciones a largo plazo eran tan evidentes a finales del decenio, que ni el objetivo prioritario, la industrialización, podía prosperar<sup>245</sup>. La legitimidad del dirigismo económico basado en la economía de resistencia se esfumó cuando desapareció totalmente la posibilidad de una intervención militar, o lo que es lo mismo con la admisión en diciembre de 1955 de España en la ONU. Desde este momento el mercado fue ganando terreno

---

<sup>244</sup> González (1979), gráfico II-21, p. 98.

<sup>245</sup> González (1979), pp. 65-84.

decididamente al dirigismo económico, debilitando así la política de sustitución de importaciones.

Fue al final de los años cincuenta cuando la política económica mostró contradicciones, fruto de los "enfrentamientos" entre los partidarios de un tipo u otro de política económica. El testimonio más notable se dio en la política relacionada con las reservas monetarias. A partir de 1956 las reservas empezaron a sufrir las consecuencias del déficit de la balanza comercial, hasta el punto de que en 1958 aconteció una crisis aguda de falta de divisas. Había sido el "resultado de tratar de impedir el impacto de la inflación sobre la cotización de la peseta, mediante una colección de intervenciones, las más desmañadas de todas, que tendían a separar el tipo de cambio oficial del precio de la peseta en un mercado libre."<sup>246</sup> Como señala M.J. González la falta de divisas era el signo más evidente de que la economía ya sólo tenía la alternativa de la liberalización o del descenso generalizado del nivel de vida. Además, en 1958 la política de apertura a las instituciones internacionales había conducido a que el Fondo Monetario Internacional (FMI) aceptase al régimen de Franco, pero inquiriéndole la ordenación de su economía<sup>247</sup>. Ante los requerimientos internacionales y las necesidades interiores no quedó más vía que el Plan de Estabilización del verano de 1959, punto de no retorno donde el mercado se impuso al dirigismo. Como señala J. Muns:

En estas condiciones [*impasse* económico y suspensión virtual de pagos exteriores por carecer de divisas para las importaciones indispensables], era evidente que la necesidad de un plan de transformación y revitalización de la economía española se imponía por la propia lógica de los hechos. Por ello, no es de extrañar que la maduración de la idea fuera una obra colectiva en la cual estuvieron empeñados tanto los sectores reformistas que trabajaban para lograr un cambio de enfoque de la economía española desde el país como los organismos económicos internacionales que lo buscaban desde fuera.<sup>248</sup>

---

<sup>246</sup> González (1979), p. 114.

<sup>247</sup> Muns (1986).

<sup>248</sup> Muns (1986), p. 32.

Al final, el decenio de los cincuenta ofrece una realidad ambivalente. Negativa en el sentido de que perjudicó a las iniciativas y posibilidades de muchos españoles. Positiva, porque en este período se dieron las siguientes concatenaciones que condujeron a una liberalización económica: la emancipación del ciclo económico de la actividad agraria, la recuperación de una relación real de intercambio favorable para los productos industriales en detrimento de la agricultura, la modificación de la demanda energética, el avance del proceso de urbanización y de modernización demográfica, el inicio de la incorporación de la mujer al mundo laboral y la recuperación de la ética del empresario emprendedor frente a la ética del "interés nacional"<sup>249</sup>. No obstante, los detonantes finales del cambio en la política económica fueron los agotamientos del crédito exterior y las reservas y la incapacidad de aumentar el bienestar del conjunto de los habitantes. Ahora bien, existía un problema de difícil solución que venía creciendo prácticamente desde el final de la guerra civil: una traba privativa y degenerativa del modelo de industrialización que se había intentado imponer<sup>250</sup>.

### Traba degenerativa y nuevas posibilidades tecnológicas

No existe una causa única para entender los cambios en la economía del franquismo hasta 1959. La fijación en los aspectos tecnológicos sólo es una hipótesis de trabajo, que se suma a las que en su día fueron surgiendo: la explotación de la mano de obra, la financiación de la industria por la agricultura, la autarquía como vía nacional al capitalismo, las restricciones a los derechos de propiedad, el bloqueo económico y la ayuda americana<sup>251</sup>. En realidad, al fijarme en el papel que jugó la

---

<sup>249</sup> García Delgado (1989) y (1990), pp. 147 y 148.

<sup>250</sup> Incluso se podría rastrear desde el inicio de la "Vía nacionalista del capitalismo español" —García Delgado y Roldán (1975), pp. 263-266—, aunque tomó fuerza en los años cuarenta generando "actuaciones desviadas y deformantes de la administración" —García Delgado (1989), p. 170—.

<sup>251</sup> Ros Hombravella (1978), p. 75; García Delgado (Ed.) (1989); García Delgado (1989) y González (1990).

tecnología, simplemente trato de profundizar un poco más, de lo que en su día lo hiciera J. Donges, en la esencia del proceso de sustitución de importaciones, dándole, a este proceso, el valor de una pieza clave para entender la evolución económica de aquellos años, en los que la industria protegida avanzó incluyendo cada vez más posibilidades de sustituciones.

Ese avance no estaba libre de problemas. Para cada nuevo proyecto de sustitución de importaciones se necesitaba importar nuevos bienes intermedios, que a su vez debían tratarse con nuevos bienes de equipo que a su vez había que importar, acelerando, de esta manera, la frecuencia con la que los técnicos y personal cualificado debía saber hacer funcionar la tecnología empleada en producir las nuevas sustituciones<sup>252</sup>. La velocidad con la que se reproducía este círculo de mayor dependencia cuanto más esfuerzos se hacían por la independencia, que he calificado por ello de traba degenerativa, condujo a la incapacidad de generar la cantidad necesaria de conocimientos y de capital humano capacitado —téngase en cuenta la rémora que suponía el daño causado por la guerra y, especialmente, por la purga de los cuadros cualificados del país— para ir absorbiendo la importación creciente de tecnología, bien incorporada en los bienes de equipo, bien por asistencia técnica, o bien previa asimilación por parte de instituciones nacionales de ciencia y tecnología como el PJC. Si el sistema empezó a fallar por el lado de la tecnología, y dentro de ella por la multiplicación de proyectos inacabados, no es sino porque fue en el medio intelectual y científico donde la depuración había sido más precisa, perdiéndose por su culpa diversas *trayectorias tecnológicas*. En consecuencia, nos encontramos con que la importancia de estudiar la generación de tecnología dentro del franquismo no proviene de su cuantía y calidad, necesariamente escasas y endeble en cualquier caso, sino de que fue el punto por donde el sistema de sustitución de importaciones falló sin paliativos.

---

<sup>252</sup> González (1979), pp. 84-111.

Como advirtiera Donges, la capacidad de sustituir importaciones de bienes de consumo llegó a su fin al término de los años cincuenta, a la vez que quedó muy reducida para los productos intermedios<sup>253</sup>. Con respecto a los bienes de capital, la intensidad en la sustitución empezó siendo reducida a finales de los cuarenta, aunque ya a mediados de los años cincuenta era potente, sin embargo, "al tratarse de productos con tecnologías más complejas y sujetos de forma más decisiva tanto a economías de escala como a la disponibilidad de una amplia infraestructura, las posibilidades de sustitución de importaciones eran más limitadas."<sup>254</sup> Las carencias —"pequeñas dimensiones de establecimientos industriales, insuficiente capitalización, maquinaria anticuada y bajos niveles tecnológicos"<sup>255</sup>— condujeron a que el desarrollo industrial, que surgió del proceso de sustitución de importaciones, tuviera, hasta 1959, una baja productividad, evitara la desaparición de empresas anticuadas y no consiguiera productos industriales exportables por su falta de competitividad, tanto por la parvedad de la calidad como por los elevados costos de producción<sup>256</sup>. Aún después de 1959 muchas empresas todavía se enfrentaron tanto a la escasez de recursos humanos adecuadamente motivados y preparados para la exportación, como a la insuficiente organización comercial, y a "la incapacidad de cumplir pedidos de grandes series y sujetos a estrictos requisitos de calidad."<sup>257</sup>

A. Viñas se ha acercado a esta concepción de la sustitución de importaciones como un círculo vicioso al afirmar que: la política de sustitución "incorporaba un componente dinámico. El forzamiento de la producción interior, con el fin de suministrar a la demanda interna un amplio abanico de bienes, (...), iría expandiendo la oferta autóctona y desviando las importaciones hacia aquellos otros en absoluto generables con cualesquiera combinaciones de recursos y tecnología propios."<sup>258</sup> La

---

<sup>253</sup> Donges llegó a estas conclusiones al calcular los indicadores de sustitución de importaciones (ISI), 1941-1958 —Donges (1976), cuadro 23, p. 155—.

<sup>254</sup> Donges (1976), pp. 155 y 156.

<sup>255</sup> Donges (1976), p. 157.

<sup>256</sup> Donges (1976), pp. 190-192.

<sup>257</sup> Donges (1976), p. 195.

<sup>258</sup> Viñas (1984), p. 215

política económica era pertinente mientras los productos a sustituir no aumentasen y pudieran ser atendidos con los recursos y la tecnología entonces presentes:

No cabe negar coherencia a esta visión estratégica [la de la sustitución de importaciones]: había que poner en tensión todos los recursos productivos internos hasta que éstos diesen de sí el máximo posible. Las nuevas demandas de *inputs* o de alimentos posteriores ya se atenderían con cargo a la importación. Pero, claro está, se trataba de una visión simplemente tecnológica, en modo alguno económica: el forzamiento de la producción interior inspirando una espiral en ascenso de la que quedaría prendida la creciente *incompetitividad* de la emergente industria española.<sup>259</sup>

En cuanto se aceleraba el ciclo de vida del producto que se quería sustituir el equilibrio se rompía, y las empresas comenzaban, o bien a producir bienes defectuosos y de mala calidad, o bien artículos de calidad buena pero fabricados en series cortas, con la consiguiente baja productividad<sup>260</sup>. Esto sucedía por dos razones: primera, que la economía de la miseria había llevado a incluir demasiados sucedáneos en vez de buenas materias primas que habrían de haberse importado<sup>261</sup>, y segunda, que las sustituciones de productos se lograban de modo artesanal y no a escala industrial<sup>262</sup>. Así que cuando se creía haber conseguido la sustitución de un bien de consumo, que toleraba dirigir las energías hacia la sustitución de un bien intermedio o de uno de capital, resultaba que el camino andado no permitía continuar la industrialización de la nueva generación de los bienes finales. Cada vez que esto sucedía, la población se veía abocada a tener que consumir unos productos que, en términos comparados con los que intentaban sustituir, eran peores.

Se puede argumentar que esa política no entendía lo que es el costo de oportunidad, o las ventajas comparativas, y pensar que ya ha sido suficientemente analizada, aunque lo haya sido por descalificación. Ahora bien, si se toma una

---

<sup>259</sup> Viñas (1984), p. 229.

<sup>260</sup> Es significativa la expresión popular: "este producto es de calidad; parece de antes de la guerra" que no desaparecería hasta después de 1959 —Ros Hombravella y otros (1978), pp. 115 - 116 y 302—.

<sup>261</sup> Este proceso denominado *Ersatzindustrie*, cuya traducción sería "industrias de sucedáneos, esta expuesto brevemente para el caso español por R. Tamames —Tamames (1990), p. 227—.

<sup>262</sup> Ros Hombravella (1978), p. 302.

perspectiva desde la economía evolucionista<sup>263</sup> se argüirá que, en cuanto las posibilidades de incremento en los recursos naturales y tecnológicos no dan abasto en un proceso de sustitución de importaciones, entonces la política económica conduce, como sucedió, a un círculo vicioso degenerativo cuya única salida es la entrada del exterior de nuevos recursos de todo tipo, o lo que es lo mismo, empuja a la liberalización.

La sustitución de importaciones, en una economía cerrada como la española, acarreó este tipo de círculo vicioso de las nuevas dependencias de determinadas importaciones, a la vez que originó un particular acercamiento tecnológico —aunque inicialmente fuese de marcha atrás y sólo posteriormente hacia adelante—, hasta el punto de que España reanudó el transición de la primera revolución tecnológica a la segunda —un salto emprendido poco antes de la Primera Guerra Mundial que se concluiría a finales de los años sesenta—<sup>264</sup>. Este doble fenómeno de involución y de avance tecnológicos ha sido claramente apreciado, en la parte inicial, la de la involución, por A. Carreras:

Paralelo al retroceso en los transportes —un verdadero "retorno al ferrocarril"— detectamos el retroceso en las pautas energéticas. La menor utilización de automóviles se debía a una caída del nivel de vida y, también, a una escasez de combustible. Las energías modernas —petróleo y electricidad— se enfrentaron a graves dificultades para su uso masivo. (...)

Los propietarios de las minas fueron los más beneficiados: los precios subían y los salarios bajaban. Los carbones nacionales, con todas sus limitaciones, fueron los grandes triunfadores de la inmediata posguerra. Paralelo al retorno al ferrocarril, España experimentó un retorno al carbón. Las tecnologías de la primera revolución industrial se impusieron sobre las de la segunda en una involución tecnológica sin precedentes.<sup>265</sup>

---

<sup>263</sup> Véase en el capítulo primero la controversia teórica entre ambas posiciones. Para una mayor apreciación de las divergencias entre los dos puntos de vista léase la segunda parte de Foray y Freeman (Edited by) (1993).

<sup>264</sup> Con referencia a la periodización de las revoluciones tecnológicas en España véase Nadal, Carreras y López (en prensa) y Nadal, Carreras y Martín Aceña (1988). Ejemplos de artefactos que delataban la involución fueron la sustitución de cocinas de gas o eléctricas por las de carbón y la fabricación de locomotoras de vapor hasta el final de los años cincuenta —Carreras (1988), pp. 152 y 156—.

<sup>265</sup> Carreras (1989c), pp. 32 y 33. Véase también Carreras (1988), pp. 155-160.

Por otro lado, diferentes autores se han fijado más en la segunda parte, la del avance, del proceso. Así por ejemplo, M.J. González mantiene que la transformación tecnológica de la industria en los años sesenta hubiera sido inviable sin la industrialización de los cincuenta<sup>266</sup>. En similares términos O. Fanjull, F. Maravall, J.M. Pérez-Prim y J. Segura afirmaron que el cambio en la estructura económica entre 1950 y 1970 había sido tal "que cualquier comparación técnica 1950-1970 podría decirse que se refería a dos países distintos."<sup>267</sup> J. Velarde ha sido el que más ha incidido sobre la idea de avance, señalando que se dio el proceso de la sustitución del modelo del carbón por el del petróleo y la electricidad:

En el fondo, late la sustitución del *modelo del carbón nacional*, situación autárquica tradicional en España, por el *modelo del petróleo importado*, apostando a que la *caratura* de éste —como, por cierto, sucedió— iba a mantenerse durante mucho tiempo. (...) la maduración del estilo del petróleo va a durar hasta el final de este período [1959] de la política económica autárquica o de sustitución de importaciones. (...) Pero además de crear el estilo del petróleo, la política económica, al buscar abastecimientos energéticos baratos, alternativos del carbón, repara en que en España existen aún enormes posibilidades en el terreno hidroeléctrico. (...) Esta política energética, al dirigirse hacia el estilo del petróleo, ha de tener un complemento en el terreno de la automoción. (...) y en 1949 quedan concretadas las relaciones INI - Banco Urquijo - FIAT."<sup>268</sup>

De este movimiento en línea quebrada nos interesa destacar un hecho con el que tropezó J. Donges:

Es interesante observar que todas las industrias que iniciaron una actividad exportadora después de 1959 a escala apreciable (digamos del orden de medio millón de dólares anual) habían pasado por una fase de sustitución de importaciones en el curso de los años cuarenta y cincuenta. De ahí que pueda decirse que es posible, a pesar de las numerosas distorsiones creadas por la política autárquica, encontrar nuevas salidas a la producción emprendida.<sup>269</sup>

---

<sup>266</sup> González, (1979), p. 117.

<sup>267</sup> Fanjul, Maravall, Pérez-Prim y Segura (1974), p. 38 y Maravall y Pérez-Prim (1975).

<sup>268</sup> Velarde (1989), pp. 60-62.

<sup>269</sup> Donges (1976), p. 194

Estos autores están en lo cierto. Es innegable que España tenía nuevas ventajas comparativas surgidas del modelo de sustitución de importaciones. Pero, también lo es que durante el primer decenio del franquismo lo que se dio fue un salto atrás tecnológico. Pero aún teniendo razón, la transformación en España no fue tan intensa como la que acaeció en la Europa industrializada, porque le faltó mayor fuerza en lo referente a las economías de escala y la producción en cadena. El INI, que en principio tendría que haber sido el promotor en este sentido, no fue capaz de establecer instalaciones de gran tamaño hasta finales de los años cincuenta, por lo que desaprovechó las ventajas que ofrecía la producción en gran escala<sup>270</sup>, en el momento clave, ya que el salto de la primera a la segunda revolución tecnológica tiene como característica central, en lo referente a la forma de producir, el aumento de la productividad por la vía de las economías de escala<sup>271</sup>.

Esta línea de argumentación crítica, contra el modelo de sustitución de importaciones del franquismo, es mucho más científica que dedicarse a "analizar" la sustitución de importaciones sólo fijándose en, por ejemplo, el pecado de destilar la pizarras de Puertollano para hacer lubricantes y carburantes sintéticos con unos costos desorbitados<sup>272</sup>. Siempre se olvida la virtud de haber aprendido a destilar cualquier tipo de hidrocarburos a escala industrial para siempre, aunque los métodos sufran avances tecnológicos rápidos, porque el esfuerzo y la puesta al día en este campo existieron. Otro tema es analizar qué costos tuvo este duro método de aprender a destilar hidrocarburos. Por este lado del análisis es por donde se detectan los problemas importantes de Puertollano. Como ha señalado A. Carreras, se tuvo que pagar la servidumbre de haber instalado allí la planta para el desarrollo del petróleo nacional, con la instalación de una refinería que amortizara la inversión previa<sup>273</sup>. Además, está el problema de que el tamaño de la instalación primitiva era inadecuado

---

<sup>270</sup> Donges (1976), p. 42.

<sup>271</sup> Véase también Nadal, Carreras, y López García, (en prensa)

<sup>272</sup> Biescas (1980), p. 25 y González (1990), p. 25.

<sup>273</sup> Carreras (1988), p. 177.

en cualquier caso. Primero, porque era demasiado grande para considerarse como laboratorio semiindustrial, aunque esa fuera la tarea para la que en realidad sirvió, y segundo, porque era una instalación desproporcionada a la riqueza relativa de materia prima<sup>274</sup>. El coto de Puertollano sólo permitía mantener una pequeña destilería, como la que había anteriormente a la de ENCASO, que pertenecía a la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya<sup>275</sup>, y que sólo producía en función de los precios internacionales de los hidrocarburos sintéticos.

Las toneladas de pizarras que se trituraron no deben impedirnos meditar sobre el siguiente hecho. Los proyectos de sustitución de importaciones de los años cuarenta y cincuenta habían acumulado capacidades tecnológicas, gracias a las cuales en los años sesenta con contratos de transferencia de tecnología, se lograron adoptar los procesos productivos estandarizados procedentes de Europa y EE.UU. "En otras palabras, la ventaja tecnológica que frente a España tenían los países altamente industrializados proporcionaba a la industria española, al abrigo de la asistencia técnica extranjera, un amplio margen de imitación para ponerse al día. De este modo se abren caminos por los que adentrarse con el fin de exportar. Buena prueba de lo dicho ha sido el rápido avance que ha tenido lugar en los años sesenta en las exportaciones de bienes tales como máquinas-herramientas, máquinas para oficina, barcos, motocicletas, instrumentos profesionales, tocadiscos y armas de fuego."<sup>276</sup> Lo que está resumido en este párrafo no es otra cosa que un fenómeno de acercamiento tecnológico como el descrito en el primer capítulo, un fenómeno al que, por tanto, podemos investigar con los principios que allí se expusieron. Es ese el objetivo de los próximos capítulos, en especial en lo referente a la generación de las nuevas capacidades tecnológicas de los años cuarenta y cincuenta, ya que han sido poco o

---

<sup>274</sup> Sudrià (1992), pp. 18-25.

<sup>275</sup> Sudrià (1992), pp. 24 y 25.

<sup>276</sup> Donges (1976), p. 195 y 207-208.

nada estudiadas, mientras que para la transferencia de tecnología tenemos más estudios<sup>277</sup>.

Al final, sobre lo que estamos discutiendo es una cuestión fácil de plantear pero difícil de contestar. Se trata de reflexionar sobre el coste de oportunidad y las ventajas tecnológicas entre dos opciones económicas. Desde un punto de vista económico es relativamente fácil saber que existe un coste de oportunidad en toda elección, por ello no dudaríamos en tachar la opción sustitutiva de importaciones del primer franquismo como una alternativa con un elevado coste de oportunidad. A partir de ese punto enfocaríamos todos los acontecimientos que siguieron como los efectos de una pérdida de oportunidad por culpa de las decisiones de política económica. Pero el análisis debe ser diferente. Lo interesante es conocer cómo respondió la tecnología a un cambio anormal en las directrices de la política industrial y tecnológica. Existen dos maneras complementarias de aproximarse a este tipo de estudios. La primera, representada por J. Catalan<sup>278</sup>, se centra en los cambios en la absorción de tecnología vía adquisición de maquinaria. Lógicamente, utiliza indicadores macroeconómicos. La segunda, que es la que sigue la tesis presente, analiza la base de conocimientos tecnológicos como determinante, tanto del proceso de absorción de tecnología —vía compra de maquinaria o contratos de transferencia de tecnología—, como del de generación interna de tecnología. Obviamente, se basa en análisis microeconómicos. Dado que la tecnología es evolutiva y acumulativa, un cambio en sus *trayectorias* afectará para siempre a las futuras ventajas comparativas de una economía. Es decir, cuando se varían las *trayectorias tecnológicas*, y la política de sustitución de importaciones hizo precisamente esto, se crean nuevas ventajas tecnológicas plausibles de ser explotadas económicamente en el mañana —la probabilidad de un "almuerzo gratis" diferente en el futuro—. O dicho de otra forma, las ventajas comparativas habían variado.

---

<sup>277</sup> Braña, Buesa y Molero (1984) y Buesa y Molero (1988) y (1989).

<sup>278</sup> Catalan (1992), pp. 383-387.

La estructura de las exportaciones en los años sesenta presentaba la paradoja de que era relativamente capital-intensiva, comportándose, por tanto, de forma diferente a lo que sugeriría la dotación relativa de factores productivos. Desde aquí apuntamos que esta paradoja se explica en alguna medida, pequeña sin duda, por la acumulación de capacidad tecnológica que provenía de los proyectos autárquicos de los años cuarenta y cincuenta, insuficiente para seguir con la sustitución de importaciones, pero suficiente para acomodar tecnología importada a los nuevos proyectos.

Donges atribuyó la paradoja en el comportamiento de las exportaciones a los desequilibrios en el mercado de los factores debidos a las políticas económicas *desarrollistas* llevadas a cabo en los años sesenta. En síntesis, su explicación era que, como el precio del capital se mantenía artificialmente bajo —por el trato preferente a las importaciones de bienes de equipo, incentivos de amortización y créditos a tipos de interés real negativos—, mientras que el precio del trabajo tenía mayores costes y rigidez —legislación restrictiva sobre despidos, avance de la seguridad social y fijación estatal de salarios mínimos (desde 1963)—, entonces era rentable implantar tecnologías ahorradoras de trabajo. De todas formas, señalaba que a lo largo de los sesenta y setenta los productos trabajo-intensivos, siendo minoría, iban desplazando de la estructura de exportaciones a los bienes capital-intensivos, porque se iban mejorando la organización de su distribución a la vez que aumentaba su nivel de calidad, pero que en cualquier caso, refiriéndose al ámbito mundial, España era ya un país cuya dotación relativa de capital era mejor que su dotación de trabajo en comparación a los países emergentes del Tercer Mundo<sup>279</sup>.

Nunca conoceremos exactamente qué ventajas comparativas habrían existido en los años sesenta de no haberse variado en el pasado las *trayectorias tecnológicas*,

---

<sup>279</sup> Donges (1976), pp. 208-219.

ni hasta que punto las ventajas de que hoy gozamos son mejores o peores que las hipotéticas que tendríamos de no haber existido la política de sustitución de importaciones. En 1987 A. Carreras se planteó esta cuestión desde la perspectiva del costo del franquismo. Su respuesta fue una comparación con la evolución de Italia, de cuyo análisis se deducía que la "diferente pauta temporal de crecimiento ha generado (...) notables diferencias favorables al producto industrial *per capita* italiano. El promedio de las diferencias porcentuales representa el 26 por ciento del producto industrial *per capita* español entre 1948 y 1974. Dicho de otro modo, si la industria española hubiera seguido la trayectoria de la italiana entre 1947 y 1975, su producto hubiera alcanzado, en conjunto, valores superiores a un 26 por ciento a los realmente obtenidos."<sup>280</sup> La investigación basándose en modelos de comparación ha seguido adelante, en especial en relación a Italia<sup>281</sup>, pero no es la línea que en la presente tesis se insiste, porque si bien para agregados macroeconómicos está justificada y da resultados objetivos, sin embargo, en los aspectos microeconómicos, como los que fundamentan *El juicio quebrado*, la argumentación es compleja por la cantidad de variables y casos que habría que manejar para llegar a algún resultado.

Hasta aquí se ha expuesto el ámbito económico en el que se desarrolló la actividad tecnológica del PJC. Dicho ámbito estaba marcado por el proyecto industrializador de Suanzes, en el que el PJC se integró en 1946. En los capítulos precedentes se ha mostrado su evolución hasta esta fecha, pero antes de entrar en considerar su organización y sus problemas, es conveniente conocer algunos aspectos del proyecto económico al que pertenecía esta institución.

---

<sup>280</sup> Carreras (1989), p. 306.

<sup>281</sup> Prados de la Escosura y Zamagni (eds.) (1992). Para el período de la posguerra destaca el capítulo de J. Catalan —Catalan (1992)—.

### 3.1.2 El proyecto de industrialización liderado por Suanzes 1938-1963.

En pocas ocasiones uno se encuentra con una figura tan sólida, tan convencida de los tres o cuatro principios con los que tomaba las decisiones de política industrial<sup>282</sup>. Era un hombre simple en sus concepciones y normal, en el sentido de que siempre seguía un número pequeño de normas de conducta en sus actos. Era absolutamente apropiado para la maquinaria del primer franquismo y tremendamente inapropiado y rígido para el franquismo posterior al Plan de Estabilización de 1959<sup>283</sup>. Lo limitado de su media docena de reglas, que aplicaba con mayor o menor intensidad en unas u otras ocasiones, hacía imposible que Suanzes confeccionase un *corpus* de teoría política o económica. Él era un militar, al fin y al cabo un hombre de acción, un instrumento al servicio del interés del Estado<sup>284</sup>. Lo importante en este tipo de personas no está en sus conferencias, discursos y escritos, ciertamente pocos en cualquier caso. Su personalidad está plasmada en las actas de las Juntas de Gobierno, Comisiones Permanentes y Comités, en los cientos de legajos a que dieron lugar sus acciones. A través de los archivos aparece un servidor público íntegro, dispuesto siempre a aplicar sus cuatro o cinco recetas hasta las últimas consecuencias, es decir, hasta presentar varias veces su dimisión a Franco, el cual sólo se la admitiría en 1963, cuando Suanzes mantenía la ortodoxia franquista frente al mismísimo Caudillo<sup>285</sup>.

---

<sup>282</sup> Sobre Suanzes pueden consultarse las semblanzas hechas por P. Schwartz y M.J. González —Schwartz y González (1978), pp. 16-37 y González (1990), p. 25—, por C. Moya —Moya (1984), pp. 115-119— y por P. Martín Aceña y F. Comín —Martín Aceña y Comín (1991), pp. 103 y 104—, así como la biografía realizada por A. Ballestero —Ballestero (1993)—.

<sup>283</sup> El *ingenierismo* tenía en Suanzes a su máximo exponente por el lado de la acción en política industrial —Velasco (1984) y Schwartz y González (1978), pp. 26-28—.

<sup>284</sup> González (1990), p. 24.

<sup>285</sup> Desde el punto de vista, defendido por M.J. González, de entender a Franco como un "maximizador bajo restricciones (...) de cantidad y tiempo de poder", la decisión de admitir la dimisión de Suanzes era una adaptación a las restricciones a la política económica de sustitución de importaciones —González (1990)—. También S.G. Payne incide en la idea de la capacidad de metamorfosis de Franco —Payne (1992), pp. 261 y 262—.

### Directrices de una política industrial para después de la guerra civil

El alargamiento del conflicto civil en España hizo inevitable que los dos contendientes planificasen una economía de guerra. Suanzes adquirió prestigio en el bando nacional en puestos relacionados con esta tarea, y según iba siendo ganada la contienda por los nacionales, Franco se planteaba crear un Gobierno que, entre otras cosas, contase con un ministro de industria capaz de hacer frente a dos problemas: recuperar la producción industrial en las regiones ocupadas y poner las bases de una política industrial para después de la guerra civil. En el primer Gabinete de Franco (1 de febrero de 1938) éste optó por nombrar a J.A. Suanzes como Ministro de Industria y Comercio. Su elección respondió a la capacidad que había demostrado Suanzes como técnico y organizador a lo largo de la guerra, pero también inauguró una costumbre que duraría hasta principios de los años sesenta, la de elegir para los *puestos relevantes de la Administración en relación a los temas de industria el mismo tipo de personas: ingenieros militares, capaces de organizar la producción y, ciertamente, remisos a considerar los principios básicos de la economía como relevantes frente a los principios políticos. Se reforzaba así el llamado ingenierismo*<sup>286</sup>.

Suanzes se hizo pronto con casi todas las competencias que tenía el nuevo Gobierno en materia de política económica industrial, con la excepción de las industrias militares que dependían de Defensa. Inmediatamente puso en práctica un ideario económico caracterizado por la preponderancia de la acción pública frente a la iniciativa privada. Para él la industria debía servir los intereses propugnados por el Estado, tanto en tiempo de guerra como de paz. Sus posiciones iban más allá de cualquier *proteccionismo integral* que hubiera marcado la política económica española en el proceso de industrialización desde la *Restauración*, ya que quería conseguir la

---

<sup>286</sup> Velasco (1984).

absorción del mercado nacional por la propia producción nacional, retirando así la competencia de los productos extranjeros. A juicio de P. Schwartz y M.J. González esta faceta se derivaba de la influencia del *corporativismo católico* sobre su formación antes de la guerra civil<sup>287</sup>. En cualquier caso no resulta necesario buscar los antecedentes ideológicos de Suanzes, porque como apreciaría más tarde el propio M.J. González:

No existe un documento que recoja el proyecto porque no se trata de un plan bien meditado y coordinado. Hay un ideario industrializador con el fin de alcanzar la autosuficiencia que rezuma recelo y hostilidad al extranjero y estilo militar.<sup>288</sup>

El instrumento que Suanzes utilizó para absorber el mercado nacional fue un programa de industrialización basado en una amplia sustitución de importaciones. El primer paso en este sentido fue controlar la iniciativa privada a través del Decreto sobre Nuevas Industrias, por el que se volvió a hacer necesaria la autorización previa del Ministerio de Industria y Comercio para cualquier instalación industrial<sup>289</sup>. Suanzes justificaba el Decreto exponiendo que así se impedía la sobreproducción, fruto de la libre competencia, y se acomodaba la fabricación basada en materias primas importadas al contingente que se admitía entrar en el país<sup>290</sup>. De esta manera se controlaba que la iniciativa privada se concentrara también en el aprovechamiento de materias primas nacionales o en la sustitución de importaciones. De todas formas había una gran excepción, que lo era más para la iniciativa pública que privada; Suanzes entendía que la actividad económica en aquel momento necesitaba importar

---

<sup>287</sup> Schwartz y González (1978), pp. 25 y 26.

<sup>288</sup> González (1990), p. 24. Esta línea interpretativa coincide con los primeros frutos de las investigaciones de E. San Román, según la cual, habría existido una larga tradición militar, desde el segundo decenio del siglo XX, por estudiar el tema del desarrollo industrial e intentar ofrecer alternativas de corte nacionalista.

<sup>289</sup> Esta situación se mantendría con fuerza hasta los años sesenta —González (1979), pp. 30 y 31; Buesa (1982) y (1984)—.

<sup>290</sup> Ballesteros (1993), pp. 99 y 100.

bienes de equipo y material de transporte, para poder emprender las primeras fases de las sustituciones de importaciones<sup>291</sup>.

Una vez terminado el conflicto armado Suanzes fue cesado en el reajuste de Gobierno, no por su posible incapacidad, sino para equilibrar las distintas fuerzas políticas que habían contribuido a ganar la guerra. Las tesis de Suanzes parecían haber quedado sólo en unas acertadas medidas de economía de guerra<sup>292</sup>. La salida del Gobierno de Suanzes no supuso una relajación de la política económica que él marcó al final de la guerra<sup>293</sup>. Ello fue hasta tal punto cierto que las medidas legislativas, que él había diseñado como ministro, fueron puestas en práctica a finales de 1939<sup>294</sup>. Suanzes se había convertido en un hombre insustituible para régimen, por ello cuando Franco hubo de optar por alguien para presidir el INI, la institución clave del proyecto de industrialización del franquismo, al final decidió nombrarle a él (octubre de 1941). A juicio de M.J. González el papel de Suanzes como realizador de este proyecto fue esencial. Gracias a su mentalidad *ingenieril* y a su capacidad de trabajo levantó "una industria poderosa y grande que halagaba el orgullo nacional", pero esta "misma mentalidad le alejaba, sin embargo, de las consideraciones de costes o rentabilidad. Suanzes sólo tenía ojos para la industria."<sup>295</sup>

---

<sup>291</sup> Donges (1976), pp. 150-157.

<sup>292</sup> Desde el primer mandato como ministro Suanzes mantuvo que "si desde que estalló la guerra, en la guerra y en lo que va de paz, el Estado hubiera permitido un régimen de economía liberal, los resultados habrían sido catastróficos. La guerra no se habría ganado." (Discurso a la Subcomisión Reguladora del Algodón, del 7 de agosto de 1939, reproducido en Ballester (1993), pp. 104 y 105).

<sup>293</sup> Aunque fuese interpretada favorablemente por los observadores británicos —Viñas, Viñuela, Eguidazu, Pulgar y Florensa (1979), p. 306 y 307—.

<sup>294</sup> Ballester señala que Suanzes, en su etapa de ministro en Bilbao, fue ya el gran diseñador de la política industrial de la posguerra —Ballester (1993), p. 144—. Para lograr una idea más certera de Suanzes véase Buesa (1982).

<sup>295</sup> González (1979), p. 102.

## Auge del proyecto de industrialización basado en el INI<sup>296</sup>

Lo primero que hizo Suanzes fue rodearse de un grupo de ingenieros militares, como él, para gestionar el Instituto y dotarlo de la eficacia disciplinaria intrínseca a todo lo militar<sup>297</sup>: José Sirvent como Secretario del Consejo, Manuel Ocharán como Director Técnico y Antonio Fernández-Lasquetty en la secretaría<sup>298</sup>. A la vez, protegió al INI fajándolo de apoyos institucionales, objetivo que logró llevando al Consejo de Administración a miembros de los Ministerios de Hacienda, Industria y Comercio, IEME, Alto Estado Mayor, industrias militares y centros de educación superior<sup>299</sup>.

El objetivo era industrializar el país quemando etapas en un plazo de 15 o 20 años utilizando al INI como motor. Además, el INI sería la pieza fundamental para fijar lo que Suanzes denominaba *el interés nacional* y para subordinar a éste los intereses particulares. El concepto de *interés nacional* era más político que económico. En síntesis era la idea de que España debía conseguir la independencia política en el mundo gracias a su capacidad industrial. Una vez que su industria le diera voz y voto entre las potencias económicas la tarea que Suanzes se había impuesto habría finalizado<sup>300</sup>. Pero, para llegar a este punto, primero había que adoptar una serie de decisiones:

a) consolidar el INI,

---

<sup>296</sup> Una síntesis muy precisa sobre el INI puede leerse en: Martín Aceña y Comín (1992).

<sup>297</sup> C. Moya es uno de los escritores que más inciden en que la organización del INI se puede hacer desde una perspectiva de la disciplina militar —Moya (1984), pp. 121 y 122—.

<sup>298</sup> En esta ocasión Suanzes no contó o no pudo contar con J.M. de Areilza. Cuando fue Ministro por primera vez Suanzes tuvo a Areilza en la jefatura del Servicio Nacional de Industria dándole, según Ballesteros, "vía libre para proponer fórmulas de actuación". Ballesteros (1993), pp. 92 y 115.

<sup>299</sup> El Consejo se formó con las siguientes personas: J. Planell, A. Fernández Avila, general Dávila, J. Granell, M. Arburúa, A. Comba, J.M. de Lapuerta y F. García de Sola. *Idéntica estrategia seguiría en la constitución de la Junta de Gobierno del PJC en 1946.*

<sup>300</sup> Ballesteros (1993), p. 146.

b) asegurar una ayuda inicial técnica y económica de una potencia económica afín en lo político y en los objetivos económicos<sup>301</sup>,

c) aumentar la productividad vía la racionalización científica del trabajo y via planificación ahorradora de costes,

d) aprovechar al máximo las materias primas dentro del espacio territorial más amplio posible,

e) asegurar las fuentes de energía, bien descubriendo yacimientos petrolíferos, bien desarrollando combustibles sintéticos, así como potenciar la electrificación de la industria y,

f) contar con una estructura científica y técnica, que por una lado le asegurara la asimilación de la transferencia de tecnología inicialmente alemana, y que por otro, fuera generando la investigación técnica indispensable para las nuevas industrias nacionales<sup>302</sup>. Suanzes tenía una concepción clara de la importancia de la técnica como factor de avance en la industria:

Si las dos esferas [la de la industria y la de la investigación] en un país siguen trayectorias distintas, si no entran en contacto, si no se ven, ni se oyen, ni se entienden, el resultado es lamentable: la investigación languidece y muere falta de atmósfera adecuada para respirar; la industria no sería digna de ese nombre y se convertiría en algo estático e inerte o, lo que es peor, habría de depender de una técnica y una investigación extraña.<sup>303</sup>

A algunas de estas medidas ya se ha hecho referencia en este capítulo, y otras tienen un extenso tratamiento en las obras tanto de P. Schwartz y M.J. González como de P. Martín Aceña y F. Comín<sup>304</sup>. Con respecto a la productividad y la racionalización científica del trabajo también existen las investigaciones de M. Buesa y J.L. Herrero Castro<sup>305</sup>. Por tanto, aquí nos centraremos en el punto f).

---

<sup>301</sup> Buesa (1982), p. 360. Este asunto llegó a tener cierto peso en la literatura económica de la época —Paris Eguilaz (1942), p. 75 y (1944), p. 262—.

<sup>302</sup> En la Ley de Ordenación y Defensa de la Industria Nacional del mes de noviembre de 1939 se preveía la organización de laboratorios de investigación y ensayos industriales —Ros Hombravella (1978), p. 114 y Buesa (1982), pp. 53 y 54—.

<sup>303</sup> CSIC, 1951, p. 37

<sup>304</sup> Schwartz y González (1978); Buesa (1982) y Martín Aceña y Comín (1991).

<sup>305</sup> Buesa (1982), cap. 4º y Herrero Castro (1985) y (1990).

Suanzes en 1947 expresó sus posiciones al respecto en el Discurso ante la VIII Reunión Plenaria del CSIC:

En la evolución en marcha de nuestra economía que alcanza desde la estructura hasta los rendimientos, y de cuyo acertado y rápido desenvolvimiento depende el bienestar de la Nación, sabemos que la técnica, la investigación, constituye base fundamental e insustituible. Todo el tiempo que nuestros elementos dirigentes se vean precisados a avanzar por los ásperos caminos de la reconstrucción, faltos o escasos de esos esenciales elementos, se les somete a las torturas de la vacilación; y cuanto más pronto, mentalidades españolas con técnica propia —que, repito, no puede ser por ninguna otra sustituida—, desbrocen y abran todos los caminos que conducen desde las materias o producciones básicas hasta el consumo y la exportación, antes alcanzaremos las metas anheladas. Yo se perfectamente que la tarea es muy dura y, desde luego, desproporcionada a nuestras modestas fuerzas. Pero la voluntad y la fe han de hacer milagros. (...) en estas tareas de la técnica y de la investigación aplicada a la producción, (...), es terrible la herencia recibida que nos obliga a quemar todas las etapas.<sup>306</sup>

Un año después volvía a hacer hincapié

la investigación técnica aplicada, saliendo de un penoso ostracismo de muchos años y desarrollándose en un ambiente propicio y optimista, marcha por líneas orgánicas, codo a codo con la investigación pura y con la industria hacia los grandes objetivos del país. Primerísimas capacidades, las más relevantes en la mayor parte de los casos, y especialidades guían, dirigen u orientan la tarea.

Si acertamos a continuar manteniendo el ritmo y la tensión, no está lejano el día en que la industria española considere a la investigación nacional, en todas sus ramas y aspectos técnicos, como a su auténtico cerebro conductor.<sup>307</sup>

Para llevar a cabo esta última medida creó inicialmente dentro del INI la Dirección Técnica y la Empresa Nacional "Adaro" de Investigaciones Mineras (ENADIMSA)<sup>308</sup>. De ellas salían los informes de los peritos especializados, pero al poco tiempo se llegó a una situación en la que la Dirección Técnica debía asumir nuevas funciones como organismo de investigación o subcontratar esa labor. El

---

<sup>306</sup> CSIC (1948a), pp. 93-94.

<sup>307</sup> CSIC (1949), p. 17.

<sup>308</sup> Sobre la investigación minera en el INI véase Martín Aceña y Comín (1991) pp. 157-163 y Sudrià (1992), pp. 12-16.

problema era de inadecuación de la capacidad investigadora a la diversidad de tareas de investigación que requería el INI, es decir, de economías de diversificación<sup>309</sup>. El Instituto necesitaba realizar ensayos semiindustriales para saber si eran viables tecnológicamente sus proyectos empresariales. Para ello requería un gran número de instalaciones de investigación diferentes, porque poco tenían que ver unas con otras las necesidades de personal científico e instalaciones de las distintas industrias.

Mientras existió la conexión tecnológica con Alemania el INI no tuvo que preocuparse por la investigación aplicada anterior al inmediato proceso productivo. El Instituto se limitaba a importar la tecnología para la empresa pública correspondiente, poniéndola a funcionar una vez que las instalaciones industriales se daban por concluidas. Sólo cuando la empresa era de gran tamaño se estimaba pertinente que contase con un centro de investigación, cuya misión principal era la adaptación de tecnologías extranjeras al aprovechamiento de las materias primas nacionales. Esto fue lo que sucedió, por ejemplo, con el Centro de Investigación de la empresa ENCASO:

La puesta en práctica del *Plan para la Fabricación Nacional de Combustibles Líquidos y Lubricantes e industrias conexas*, plantea una serie de problemas técnicos, entre otros de distinto orden, de complejidad, derivada de la misma variedad de aquel. Para la resolución de estos problemas existen técnicas perfectamente industrializadas, en muchos casos en estado de completa madurez, a las que se ha recurrido; pero, además del problema de la adecuada elección de los procedimientos, conjugando los factores de diverso orden técnicos, económicos y locales, resta por realizar una detenida labor de estudio de la primeras materias que se deben emplear en cada caso y de adaptación de los procedimientos ya conocidos, a aquellas; labor por otra parte, estrechamente ligada a la elección de procedimientos de fabricación. <sup>310</sup>

El problema de las economías de diversificación apareció y se fue complicando a medida que el INI iba extendiendo sus actividades, y se agudizó extraordinariamente desde 1944, cuando la transferencia de tecnología desde

---

<sup>309</sup> Sobre el concepto de economías de diversificación véase Chandler (1990).

<sup>310</sup> INI (1952), p. 371.

Alemania quedó cortada. Como siempre Suanzes amoldó sus reglas y decidió que si no podía traerse la tecnología de Alemania habría que potenciar la generación nacional de la misma, y qué mejor que hacerlo que a través del Patronato "Juan de la Cierva". Fue así como empezó la reorganización del PJC, pero el reto era tremendo. Si Suanzes necesitaba, nada más ni nada menos, que la asistencia técnica de Alemania para su proyecto de sustitución de importaciones, entonces, el esfuerzo que pedía que respaldasen el PJC y los centros de investigación del INI para conseguir el mismo fin, era del mismo calibre que la asistencia técnica perdida.

En aquel momento, corría el año de 1946, calibrar el reto no importaba. La figura de Suanzes estaba en ascenso. Desde julio de 1945 era de nuevo Ministro de Comercio e Industria. Pudo diseñar la política que quiso porque en su mano estaban todos los tres cargos claves (Ministro de Industria y Comercio y presidente del INI y del PJC), lo cual fue así hasta 1951. Como ya se ha señalado Suanzes puso en práctica una política de sustitución de importaciones muy intensa<sup>311</sup>. Esta política se reforzó aún más cuando comenzó el bloqueo comercial y político de EE. UU.

Durante aquel lustro Suanzes se convirtió posiblemente en el ministro con mayor poder en las decisiones económicas e incluso en las científicas<sup>312</sup>. Según Ballestero fueron él y Martín Artajo los máximos artífices de los acuerdos comerciales con Argentina que permitieron al régimen sobrevivir desde 1946 hasta finales del decenio<sup>313</sup>. Además, Suanzes también jugó un papel destacado en las conversaciones sobre la posible extensión del Plan Marshall a España a principios del mes de febrero de 1948<sup>314</sup>, así como en las negociaciones del primer préstamo de los

---

<sup>311</sup> Aunque Suanzes señaló en la toma del cargo de Ministro que el Estado no tenía la menor vocación de ser industrial —Ballestero (1993), p. 195—, lo cierto era que las restricciones que ponía inmediatamente detrás de tal aseveración la invalidaban.

<sup>312</sup> A partir de 1950-51 en las Memorias del CSIC Suanzes tiene un discurso de igual importancia que el del Ministro de Educación, y ningún otro presidente de patronato tiene una intervención similar.

<sup>313</sup> Ballestero (1993), pp. 209.

<sup>314</sup> Viñas (1984), p. 275.

EE. UU. en 1951<sup>315</sup>. En 1951 llegó a su cenit, que era a la vez su tope, porque la economía necesitaba una liberalización que él era incapaz de ofrecer, por consiguiente, llegado a su punto máximo fue cesado. El nuevo Gobierno nació con el Ministerio de Industria y Comercio dividido en dos. Al frente del Ministerio de Comercio se puso a M. Arburúa, un técnico capaz de amoldarse a situaciones de mayor apertura, y en Industria a J. Planell, un hombre hecho a imagen y semejanza de Suanzes pero que era capaz como Arburúa de admitir mayores grados de liberalización y privatización económicas<sup>316</sup>. Con todo, Suanzes es reconfirmado como presidente indiscutible del INI, donde su labor de industrialización a través de la sustitución de importaciones siguió siendo apoyada por el nuevo Gobierno.

#### Decadencia del proyecto de industrialización basado en el INI

Suanzes regresó al INI a finales de 1951 con sus principios algo enmendados por la realidad y la pérdida del Ministerio<sup>317</sup>. Su estrella empezó su lenta caída. Las reprobaciones a su proyecto ya habían empezado a salir a la luz dentro y fuera de la Administración. Hubo gestores que criticaron el proceso de industrialización por los sacrificios que imponía a la exportación, por las distorsiones de precios y costes y por crear una base industrial no competitiva. El núcleo más crítico se encontraba en el Ministerio de Asuntos Exteriores<sup>318</sup>. A su vez, la presión patronal empezó a declarar

---

<sup>315</sup> De hecho, la actitud de Suanzes con respecto a las relaciones con los EE. UU. varió notablemente entre 1946 y 1951, hasta el punto de pedir y desear la colaboración técnica y económica de los EE. UU. —Ballestero (1993), p. 219—, llegando incluso a renegar de la autarquía en el mes de marzo de 1951, cuando se entrevistó con el embajador norteamericano S. Griffis —Viñas (1984), p. 224—.

<sup>316</sup> Sobre la política económica del Gobierno de 1951 sigue siendo un buen resumen el texto de J. Clavera, J.M. Esteban, M.A. Monés, A. Monserrat y J. Ros Hombravella —Ros Hombravella y otros (1978), pp. 236-249—.

<sup>317</sup> Incluso llegó a exponer que en el futuro, cuando la situación mundial y las relaciones exteriores de España se normalizaran, el INI tendría que convertirse en sociedades anónimas mixtas. Al respecto Ballestero cita una carta de Suanzes a P. Garnica, presidente de BANESTO, del mes de diciembre de 1952 —Ballestero (1993), p. 278—.

<sup>318</sup> Viñas (1984), p. 212 y 221. También existieron críticos por el lado opuesto, que achacaban al INI la escasez de resultados —Ros Hombravella y otros (1978), p. 235—.

sus reparos sobre el sistema de intervención<sup>319</sup>, y hasta la prensa económica española censuraba que la importación de bienes de equipo, cuyas destinatarias eran en gran parte las empresas públicas, estaba comiéndose las escasas divisas<sup>320</sup>. Era el anuncio de lo que ocurriría a partir de 1954, cuando el déficit público se hizo constante debido en buena medida a las grandes inversiones industriales, hasta que en 1956 se elevó alarmantemente.

A mediados de los años cincuenta surgieron los mayores choques entre el INI y la iniciativa privada. Las posiciones de Suanzes empezaron a ser anacrónicas. No permitía la privatización de ninguna sociedad del INI, aunque las condiciones fueran muy favorables. Nunca creyó llegado el día de la consolidación de una de las empresas del INI. Siempre quedaba algo por hacer desde la iniciativa pública por ellas. Estaba claro que en un momento de alto crecimiento económico la iniciativa privada se encontraba con distorsiones provenientes del INI<sup>321</sup>. Mientras el crecimiento económico había sido pequeño el INI impuso su política sin grandes perjuicios, pero ahora el INI estaba sufriendo el peso del mercado que reclamaba una menor injerencia del sector público.

Suanzes, inicialmente no estaba sólo ante los ataques, tenía en el Ministro de Industria a su mejor valedor, pero entre ambos fue abriéndose una brecha en torno al tema de la privatización de algunas empresas del INI. Suanzes no quería privatizar, mientras que Planell opinaba que debía iniciarse un proceso en este sentido<sup>322</sup>. Suanzes se quedó sólo, sin apoyos en el Gobierno, ahora él era el único defensor del

---

<sup>319</sup> Molinero e Ysas (1990), pp. 113 y 114.

<sup>320</sup> Como luego pondría de manifiesto M.J. González la composición de las importaciones de alimentos no alcanzaron en ningún momento el 40 % de las mismas, por lo que la mayor parte de los recursos exteriores se dedicaron a financiar insumos industriales. "Por muchas que fueran las necesidades de subsistencia las autoridades nunca dejaron de apostar prioritariamente a la recuperación y el crecimiento de la industria." González (1979), pp. 91 y 92.

<sup>321</sup> El caso más representativo fue el choque de intereses entre Altos Hornos de Vizcaya, por parte de la iniciativa privada y ENSIDESA por parte de INI —Buesa (1982), pp. 281-284; Ballestero (1993), pp. 330-334 y Fraile (1992), pp. 37 y 38—.

<sup>322</sup> Ballestero (1993), pp. 289-291.

proyecto industrialista que forjara entre 1938 y 1941. En 1957 las cosas empeoraron para Suanzes. La postura de Planell fue reforzada al no ser retirado del Gobierno en la remodelación ministerial de 1957, además, se abrió la puerta del Gabinete a la influencia de los tecnócratas más proclives al libre mercado. En tal sentido, el enemigo principal de Suanzes en la Administración, L. López Rodó, iba ganando puestos claves desde 1956: Secretaría General Técnica de la Subsecretaría de la Presidencia, Secretaría del Gobierno y Oficina de Coordinación Económica y Programación<sup>323</sup>. 1958 no fue mejor año que el anterior para Suanzes. El nuevo Gobierno decidió que el INI dejara en adelante de recibir las subvenciones de los Presupuestos Generales del Estado y que, por tanto, pasaría a financiarse como cualquier otra empresa privada.

Las medidas del Plan de Estabilización de 1959 fueron minando la posición de Suanzes hasta que éste comprendió que sus días habían pasado. Así se lo hizo saber a Sirvent, el último de sus amigos que desde el principio había estado con él en la aventura del INI, cuya presidencia, por cierto, heredaría:

Nosotros somos un instrumento del Gobierno o no somos nada, y yo no puedo ser instrumento adecuado de una política económica cuyos objetivos fundamentales y cuya instrumentación ni comprendo ni mucho menos comparto. Creo que se están mostrando tendencias *capitalistoides* y de defensa de los privilegios de los poderosos.<sup>324</sup>

La suerte estaba echada. Hasta el I Plan de Desarrollo de 1962 Suanzes intentó defender su modelo industrial, pero perdió ante los tecnócratas que consiguieron por fin el Ministerio de Industria en 1962, situando al frente del mismo a G. López Bravo. Suanzes en 1963, al encontrarse sin posibilidades de mantener su política de sustitución de importaciones, presentó su dimisión como presidente del INI, y Franco la aceptó<sup>325</sup>.

---

<sup>323</sup> Payne (1987), p. 465

<sup>324</sup> Párrafo de la carta personal que en el mes de agosto de 1961 Suanzes escribió a Sirvent — Ballester (1993), p. 362—.

<sup>325</sup> Martín Aceña y Comín (1991), pp. 302-304. Como señala M.J. González, Suanzes ya no podía adaptarse a las directrices superiores cambiantes —González (1990), p. 26—.

### Capacidad y alternativa al proyecto de industrialización de Suanzes

Llegado este punto siempre se impone la reflexión sobre los costos que tuvo la política de sustitución de importaciones dirigida por Suanzes. A. Carreras ha marcado una senda con su *aproximación al coste del franquismo*, en la que las ideas de un "enorme derroche de recursos" y de "una gran ineficiencia" dominan el texto<sup>326</sup>. Sin embargo, a esos juicios es fácil oponer que en los años cincuenta se producían bienes que antes se importaban. La réplica inmediata sería un contrafactual, pero sin entrar en él, cabe indicar que la dependencia de nuevas importaciones era mayor, y que el peligro que se quería evitar con la sustitución —el efecto negativo de una crisis internacional sobre las posibilidades de importar productos claves para el mantenimiento de la economía— se había multiplicado. El Informe de la Comisión del FMI que visitó España del 16 de febrero al 6 de marzo de 1959 describía en pocas palabras la situación de los últimos años del decenio:

*debido a las condiciones prevalecientes de severas restricciones en el comercio exterior y el complejo sistema de tipos de cambio múltiples, el esfuerzo inversor no se ha dirigido siempre hacia los sectores más eficientes de la economía. Se ha dado prioridad al desarrollo de la industria básica en relación con la agricultura y las industrias exportadoras. Además, el esfuerzo inversor de los últimos años ha sido financiado en gran medida mediante la creación de crédito y ha sometido a los recursos del país a una fuerte presión, lo que se ha traducido en la aparición de severas tensiones inflacionistas y en la utilización de una gran parte de la reservas internacionales del país.*<sup>327</sup>

Ante estas circunstancias cabe preguntarse, por qué hasta mediados de los años cincuenta Suanzes encontró tan poca oposición frente a este proyecto de

---

<sup>326</sup> Carreras (1989), p. 304.

<sup>327</sup> Este informe no se publicó ni se tradujo, pero J. Muns ha copiado algunos fragmentos en su libro sobre la historia de las relaciones de España con el FMI que es de donde se ha tomado el presente párrafo —Muns (1986), p. 30—.

industrialización. De hecho no fue así. Como se ha señalado anteriormente desde 1950 no faltaron las críticas al principio de la sustitución de importaciones, ya que éste relegaba los conceptos de coste de oportunidad y de ventaja comparativa, además de impedir una política económica que diera un mayor protagonismo a la agricultura. Sin embargo, la eventualidad de que aquellas voces se dejaran oír después de diez años de régimen, no quiere decir que desde el primer momento no existiesen proyectos alternativos, aunque nunca pasaran de meros antecedentes intelectuales sin proyección política. Desde el principio hubo una tímida pugna entre un modelo más agrícola y exportador, y uno más industrial y proteccionista que, como indicó M.J. González, se decidió a favor del segundo:

el General como el ingeniero [Suanzes] no entendían por aquel entonces el problema de la normalización de los mercados de alimentos. (...) La primacía de la industria como preocupación de las autoridades condujo del modo más natural al abandono relativo de la agricultura. (...) la agricultura no conoció otros estímulos que el intervencionismo desmedido y el racionamiento estricto de precios y cantidades.<sup>328</sup>

Ahora bien, si el modelo agrícola-exportador no salió adelante no fue por falta de la capacidad intelectual de sus defensores. De entre ellos destaca la aportación de R. Carande por su sencillez y claridad. Es a su propuesta a lo que J. Velarde ha denominado en ocasiones como el modelo Carande<sup>329</sup>.

Carande escribe en 1941 "Bases de una política económica de reconstrucción" en la *Revista de Estudios Políticos*<sup>330</sup>. En este artículo se muestra enemigo de la burocracia del Estado aplicada al control de la economía, porque el rendimiento que logra en comparación con la libre iniciativa es mínimo<sup>331</sup>. Ante el proteccionismo industrializador opone un modelo basado en la agricultura de exportación y en el

---

<sup>328</sup> González (1979), p. 102. F. Estapé sintetizó el resultado final de la polémica entre partidarios de la industrialización y los partidarios del fomento de la agricultura —Estapé (1975), pp. 35-37—.

<sup>329</sup> Velarde (1990), pp. 17-23 y Velarde (1990b), pp. 124-132.

<sup>330</sup> Carande (1941).

<sup>331</sup> Carande (1941), pp. 51 y 52.

aumento de la productividad de la agricultura por medio de una reforma, cuyo objetivo sea sólo ese, es decir, la productividad, y no la vindicación. Sólo coincide con el proyecto de Suanzes en la necesidad de alentar "la técnica, dirigirla, introducir procedimientos de producción que utilicen primeras materias que existen en el suelo nacional. Camino para lograrlo son el patrocinio de los estudios de investigación en busca, por ejemplo, de sustitutivos, y el encauzamiento de las inversiones de capital."<sup>332</sup> Para Carande el motor económico sería la agricultura, que tiraría de lo que denomina "cuadro de industrias agrícolas": *industrias alimenticias*, (conservas de fruta, pescados y productos del ganado, las fábricas de harinas y las azucareras), *textiles*, de fertilizantes e industrias tradicionales ligadas a los recursos naturales, como la industria corchera, la perfumería, la farmacéutica y papelera<sup>333</sup>. Por último señala que para que el modelo funcione se precisa una fiscalidad directa y progresiva.

Suanzes se oponía al modelo de Carande por principio<sup>334</sup>, ya que por mera observación intuía que existía coincidencia por una parte entre países poderosos y mayor grado de actividad industrial y, por otra, entre países colonizados y mayor grado de actividad agraria. Anteponía la industrialización sustitutiva de importaciones a cualquier concepto de aprovechamiento de las ventajas comparativas, porque para él, la aplicación de este último concepto a la política económica suponía admitir que se era un país sin rumbo, factible por tanto de ser colonizado. En consecuencia, había que defenderse, mantener una lucha de resistencia frente a la colonización, derrotando al interés particular de los españoles que favoreciese dicho tipo de actuaciones. No había que dejarse engañar porque al principio aumentase la riqueza

---

<sup>332</sup> Carande (1941), p. 54.

<sup>333</sup> La investigación de E. Morellá, sobre los índices de producción industrial sectoriales, revela que los criterios de política industrial reasignaron los recursos que tradicionalmente se dedicaban a industrias del tipo de las propuestas por Carande (la industria de la alimentación por ejemplo), para utilizarlos en industrias pesadas —Morellá (1992), p. 135-137—

<sup>334</sup> La oposición de Suanzes a Carande no existió como un documento de réplica. Para entablar ese enfrentamiento habría que suponer que Suanzes apoyaba los modelos económicos que intelectualmente se oponían al de Carande, como los de J.M. Areilza, A. de Miguel, A. Robert o H. Paris Eguilaz — Robert (1943), Paris Eguilaz (1945) y (1947)—. Apreciaciones sobre los modelos se encuentran en Viñas (1984), pp. 216-219 y Velarde (1990) y (1990b)—.

por las exportaciones, ello significaba el primer paso del colonialismo económico, tal y como lo denunciaba a principios de los años cuarenta H. Paris Eguilaz:

hasta 1935, España, en el orden industrial, sometida a la presión de intereses extranjeros, era poco más que una colonia distinguida, y los intentos de industrialización tropezaron con la oposición de esos intereses extranjeros; negociantes y economistas liberales de nuestro país en aquella época hacían el juego a aquellos intereses y el resultado fue un desarrollo industrial escaso hasta 1935, no por falta de condiciones, como se afirmaba por esos grupos, sino por la situación de semicolonias que la presión exterior, con la complicidad de grupos interiores, había sometido a España. <sup>335</sup>

Con estos prejuicios, el modelo de Carande, de haberlo leído Suanzes, sencillamente le hubiera resultado un proyecto traidor y cobarde. Ante la sugerencia de Carande de que

la reconstrucción económica de España, nos inspira; ante todo, el propósito de caminar sobre realidades fundamentales, es decir, sobre las más firmes como punto de apoyo: sobre nuestra agricultura. (...) la ambición de independencia económica y de poderío nos obliga a impulsar con gran energía nuestra industrialización. Corrigiendo errores sufridos, la industria debe venir en ayuda de la agricultura, <sup>336</sup>

Suanzes respondía:

Flota en determinados ambientes el tópico de la España agrícola, que por la intención con que se flamea para mí es tanto como si un lisiado se dedicara a pregonar a los cuatro vientos ¡soy manco!, ¡soy manco!. <sup>337</sup>

El modelo de Carande era perfectamente plausible al principio de los años cuarenta, e incluso defendía ciertas características de la autarquía, pero los artífices del Plan de Estabilización de 1959 ni siquiera intentaron llevar a la práctica alguna de

---

<sup>335</sup> Paris Eguilaz (1965), p. 190.

<sup>336</sup> Carande (1941), pp. 54-55 y 73.

<sup>337</sup> Citado por Ballester de la conferencia "La minería como base de la industrialización" que dió Suanzes en el mes de junio de 1943 —Ballester (1993), p. 146—. De todas maneras no se puede decir que Suanzes no quisiera saber nada de la agricultura. Entendía que debía industrializarse y modernizarse y fue por ello por lo que desde el INI apoyó la fabricación de maquinaria agrícola —Buesa (1982), pp. 157-160— y desde el PJC promovió institutos cuya misión era "revalorizar" las materias primas del campo.

sus líneas maestras. Ya no se podía. La transformación de la estructura económica y de las ventajas comparativas, así como el crecimiento industrial de los años cincuenta determinaban otros rumbos que no eran los del modelo de Carande. La cuestión sería dilucidar cómo Suanzes, con unos principios económicos tan parcos, consiguió aquel crecimiento industrial. La esencia de aquellos principios la expuso en 1946:

Es absolutamente preciso incrementar la riqueza y la renta nacional, nuestro potencial económico en definitiva, y ello ha de lograrse por una intensa racionalización de nuestras producciones, capaz de proporcionarnos no sólo los productos necesarios para nuestro consumo interior, correctamente seleccionados en función de nuestras especialidades características, sino los precisos para mantener un activo y nivelado intercambio, revalorizando con nuestro esfuerzo nuestras exportaciones y, entre ellas, especialmente las que, siendo tradicionales y típicas, son eminentemente representativas de los dones que la Providencia ha derramado sobre nuestra bendita tierra.

Esta labor que, para salvar penosas etapas y deficiencias anteriores, ha de absorber el esfuerzo ininterrumpido y acuciante de nuestra generación, haciéndola digna de las siguientes, precisa el apoyo o la base insustituible de una técnica investigadora propia que, aun utilizando en el mayor grado posible la de los demás, con el más amplio y ponderado sentido de la cooperación (...) que tenga en cuenta las características especiales de nuestras materias primas...

Admitiendo como axiomáticos estos principios fundamentales —que brindo especialmente, no a vosotros, sino a los que, con un fácil espíritu crítico o con una visión limitada o deformada, confían la solución de nuestros graves problemas técnico-económicos, conocidos, lógicos y fácilmente diagnosticables, no al esfuerzo continuado, penoso y empapado de espiritualidad y sacrificio, sino al regalo de unas cosechas más o menos excepcionales, o al arbitrio exclusivo de unas disposiciones de la "Gaceta", cuando no al esfuerzo y acierto de los demás o a apoyos externos que, fuera de límites técnicamente normales, vengan a resolver nuestras dificultades—...<sup>338</sup>

Como señalan Schwartz y González este entusiasmo de Suanzes por producir más y más le condujo a mantener la teoría de que el consumo, en una fase de engrandecimiento, seguiría a la producción sin retrasos sensibles. Esta opinión resultaba descabellada a los ojos de buena parte de los empresarios de la época, pero como indican los autores citados, "los hechos parecieron darle la razón a él más que a

---

<sup>338</sup> CSIC (1947), discurso de J.A. Suanzes al Pleno del CSIC, pp. 5 y 6.

los pesimistas: en veinte años, de 1940 a 1960 el producto industrial iba a crecer un 150 %."<sup>339</sup>

Lo primero de todo es atisbar el peso específico del INI en ese crecimiento industrial<sup>340</sup>. Para el período 1942-1949 la participación supuesta del INI en la inversión nacional en industria fue de 11.125 millones de pts. sobre un total de 21.685 millones de pts. invertidos por toda la industria, lo que supone un 51,3 %<sup>341</sup>. Según J. Donges el "INI ha desempeñado un papel importante en el proceso de industrialización en los años cuarenta y cincuenta. Su contribución a la formación interior bruta de capital en el país ha sido apreciable (se puede estimar en un 5 al 6 %); y lo mismo cabe decir de su contribución, directa e indirecta, al valor añadido de la economía en general (probablemente cerca del 15 %) y de su creación de puestos de trabajo (afectando aproximadamente al 2 % de la población activa)."<sup>342</sup> Para el período 1950-1960 podemos ofrecer datos de producción por actividades. Entre 1950 y 1960 el INI supuso el 50,3 % de la producción de crudo destilado, el 3% de la producción de carbón, el 11,6 % de la producción de energía eléctrica, el 57,5 % de la producción de vehículos industriales, el 31,8 % de los abonos nitrogenados, el 39,6 % de los buques entregados entre 1954 y 1960, el 67,5 % de los turismos entre 1953 y 1960 y el 14,3 % del acero entre 1958 y 1960<sup>343</sup>. A la espera de nuevas investigaciones, puede aventurarse que el peso del INI en el crecimiento de la producción industrial nacional

---

<sup>339</sup> Schwartz y González (1978), p. 37. Los datos de A. Carreras al respecto también confirman un crecimiento similar entre ambas fechas: el Índice de Producción Industrial (IPI) de 1940 es 83,9 frente al de 1960 que es 203,6. Pero esto no oculta que hasta 1948 (IPI 99,6) no se recuperó la situación anterior a la guerra civil (IPI 97,9 para el año 1935), de lo que se deduce que el crecimiento fuerte pertenece al decenio de los años cincuenta, sobre todo entre 1950 y 1958 —Carreras (1989b), pp. 192 y 193—.

<sup>340</sup> Martín Aceña y Comín han sido los que más detenidamente han estudiado la participación del INI en la economía española —Martín Aceña y Comín (1990) y (1991), pp. 51-121—.

<sup>341</sup> Martín Aceña y Comín (1991), p. 94 (cuadro 5). Esta cifra corrobora las apreciaciones de J.M. Esteban, que en 1977 apuntaba que el Estado jugó un papel destacado en la formación de capital durante el decenio de los cuarenta, ya que la inversión pública se mantuvo alrededor del 40 % de la inversión total —Esteban (1977), p. 165—.

<sup>342</sup> Donges (1976), p. 42.

<sup>343</sup> La fuente para estos datos es el cuadro 6 del apéndice estadístico del libro sobre el INI de P. Martín Aceña y F. Comín —Martín Aceña y Comín (1991), pp. 647-650—. Para los casos de la importancia del INI en la minería y en la siderurgia véanse los trabajos de C. Sudrià —Sudrià (1992)— y de P. Fraile —Fraile (1992)—.

entre 1940 y 1960 fue cercano a un tercio de la misma —es decir, que posiblemente sería el responsable de 50 puntos de crecimiento porcentual de los 150 que señalaran Schwartz y González—. Esta burda apreciación se puede reforzar si consideramos que la participación del INI en la producción sustitutiva de importaciones era superior a la basada en especialización, porque asociando esta idea a los datos que J. Donges ofrece sobre la participación de la sustitución de importaciones en el crecimiento de la producción<sup>344</sup>, tendremos que el INI fue el responsable de más de un tercio del aumento de la producción entre 1940 y 1960.

La clave de como consiguió Suanzes este crecimiento se encuentra en su método de organización, gestión y de trabajo, siempre más extensivo que intensivo. Para llevar a cabo cualquiera de sus proyectos lo primero que necesitaba era un buen número de fieles colaboradores, incapaces de transgredir unas tareas que estaban claramente definidas por él<sup>345</sup>. Sus copartícipes a su vez tenían sus equipos, formando así una estructura cuasimilitar capaz de generar miles de informes y bastantes puestos de reducida productividad<sup>346</sup>. Este esquema de trabajo requería inicialmente pocas instalaciones, pero con el tiempo el capital fijo aumentaba al ritmo que crecía el número de empleados. Si a esto añadimos que eran muchas las actividades industriales y tecnológicas donde Suanzes deseaba realizar su política

---

344

Contribución de la sustitución de importaciones al crecimiento de la producción (1941-1958).

AÑOS	%	%	%
1941-1951	75,2	69,9	49,0
1951-1958	60,2	24,4	106,4

Fuente: Donges (1976), p. 155, cuadro 23.

345 Además, este método extensivo de trabajo multiplicaba las reuniones de las Juntas, Comités y Comisiones que presidía, y llevaba a la repetición de tareas muy similares.

346 El uso extensivo del personal fue una característica que Suanzes transmitió a sus colaboradores. G. Tortella y J.C. Jiménez señalan que cuando J. Planell fue nombrado para director del Banco de Crédito Industrial lo primero que echó en falta fue gente, acto seguido empezó a contratar empleados llegando en un sólo ejercicio (1965-1966) a duplicar la plantilla —se pasó de 150 a 300 trabajadores—, lo cual repercutió en una bajada de la productividad de un banco que antes del año 1965 arrojaba una buena relación entre activos financieros y personal —Tortella y Jiménez (1986), pp. 149-153—.

económica de sustitución de importaciones, tendremos que en poco tiempo originaba instituciones que ocupaban a un buen número de personas, instalaciones y actividades, todas ellas entrelazadas de un modo u otro<sup>347</sup>. El resultado era difícil de dismantelar. Como los objetivos que se fijaba eran tan vastos y a tan largo plazo, nunca se llegaba al final, y lo que es más grave, el proceso de crecimiento era difícil de parar. Las tareas se iban acumulando y las necesidades de capital y trabajo aumentaban<sup>348</sup>. En un sistema de organización como este, resultaba complicado desmontar las líneas de actuación fallidas, o que habían entrado en rendimientos decrecientes. Como mucho se mantenían hasta que por su propia inercia desaparecieran.

El origen del problema estaba de nuevo en el objetivo último, es decir en la sustitución de importaciones, que lo condicionaba todo generando diferentes círculos viciosos: cuantas más líneas de actividad industrial y tecnológica se abrían, mayor era el campo de actuación para las sustituciones, mayor la necesidad de generar capital humano, mayor la dependencia de bienes de equipo y material de laboratorio, y, año tras año, menor en términos comparados el terreno recorrido ante la vastedad del terreno por recorrer. En cuanto el INI acometió la sustitución de bienes intermedios y de capital surgieron los efectos perversos: exceso de capacidad productiva, infrautilización del factor trabajo frente a una utilización del factor capital (a través de la maquinaria importada) propia de otros países con diferente dotación de factores, distorsiones en los costos por basarse en precios regulados, tensiones inflacionistas, reducción de recursos a disposición del sector privado, debilidad de la capacidad exportadora del conjunto de la economía, aumento del grado de dependencia de las importaciones esenciales, freno paulatino de la industrialización por la imposibilidad de

---

<sup>347</sup> Como por ejemplo el INI y el PJC a través de la Junta de Gobierno del PJC y de los Departamentos de la Dirección Técnica del INI.

<sup>348</sup> J. Donges señala que la limitación de recursos financieros del INI tendría que haberse concentrado en inversiones de alta productividad y máximos efectos multiplicadores, pero "el INI desbordó sus finalidades originarias y contrajo múltiples compromisos, financiándose en buena parte con cargo al tesoro nacional y con créditos del Banco de España." Donges (1976), p. 41.

aumentar las reservas de divisas e industrialización de regiones por motivos no estrictamente económicos<sup>349</sup>. Un proyecto de sustitución de importaciones a tan largo plazo, sólo se pararía por dos razones: primera, porque la utilización de los recursos disponibles entrase en rendimientos decrecientes, o no se pudieran reproducir a la velocidad ni en la escala requeridas, y segunda, porque el mercado se saturara —en este segundo caso suponemos que en muy pocas situaciones cabría la salida a mercados exteriores, porque la producción no se había realizado con el objetivo del aprovechamiento de las ventajas comparativas—. De las dos razones la primera fue la principal.

Esta hipótesis necesita refrendarse con algunas investigaciones. En esta oportunidad, en los capítulos siguientes, tan sólo analizaré un aspecto: el relacionado con la incapacidad por parte del PJC de proporcionar los recursos tecnológicos necesarios para el proyecto de sustitución de importaciones del INI. El caso del PJC, examinado desde este punto de vista, es significativo, porque representa por una parte la primera quiebra del proyecto de Suanzes, y por otra, un intento potente de acercamiento tecnológico.

---

<sup>349</sup> Los efectos indeseados propios de la política de sustitución de importaciones son los que señala J. Donges —Donges (1976)—. Con respecto a la política regional del INI véase: Martín Aceña y Comín (1990).

### 3.2 Los primeros años del Patronato "Juan de la Cierva" (1940-1945).

En 1940 aparece dentro del CSIC la *Ponencia Organizadora del Patronato "Juan de la Cierva"*. Su comisión ejecutiva estuvo trabajando hasta el mes de junio de 1945, fecha en la que presentó el *Plan General de Orientación de la Investigación Técnica*. En este período las autoridades del CSIC quisieron ocultar cualquier conexión con las anteriores instituciones de la JAE<sup>350</sup>. Pero ello era difícil, porque los edificios, parte del personal e incluso los nombres, o eran los mismos o se parecían. Así por ejemplo, el PJC contaba con una Junta de Relaciones Culturales para Otorgar Pensiones en el Extranjero cuya similitud de nombre y función era notoria en relación a la antigua JAE. Sin embargo, pretendieron dejar patente que el nuevo Gobierno era el primero que se había preocupado por la investigación aplicada de carácter técnico. J.M. Albareda (Secretario General del CSIC) presentó la labor del Patronato como:

Completamente nueva (...). Los pocos institutos que ahora integran este Patronato tienen en gran parte su arranque actual, y a todo el volumen de la organización que se está formando no se le encuentran precedentes anteriores al nuevo Estado.<sup>351</sup>

Albareda no mentía, pero ocultaba parte de la verdad. Era cierto que de los tres institutos que formaban el Patronato -el redenominado ahora Instituto "Leonardo Torres Quevedo" (IL Torres Quevedo), el del Combustible (I. del Combustible) y el Técnico de la Construcción y Edificación (ITC Edificación)- dos fueron de nueva creación. Pero, el IL Torres Quevedo procedía directamente de la FNICER.

La oportunidad de crear los dos nuevos institutos estaba plenamente justificada por los representantes del Gobierno. Ibáñez Martín, Ministro de Educación Nacional, incidía en la importancia del I. del Combustible y del ITC Edificación:

ha de afrontar una empresa vitalísima para el país (refiriéndose al I. del Combustible): la de encontrar la clave del carburante nacional. El tercero (ITC Edificación) velará por los arduos problemas técnicos que presentan las

---

<sup>350</sup> Las autoridades del Patronato eran: Rafael Benjumea Burín y Esteban Terradas Illa como presidentes honorarios, Antonio Aranda Mata, como presidente, Manuel Soto Redondo como vicepresidente, Manuel Lora Tamayo como secretario y Fernando Lapuente González como vicesecretario —CSIC (1942)—.

<sup>351</sup> CSIC (1942), p. 7.

comunicaciones, las grandes reservas hidráulicas y la construcción arquitectónica.

Rendimiento ingente el que el Estado exige aquí a los investigadores de nuestros días. Porque esta técnica es sencillamente la salvación de nuestra industria y de nuestra economía y el más oportuno de los impulsos para la necesaria prosperidad material de la Patria.<sup>352</sup>

Dos problemas estaban tras los nuevos institutos: por una parte, la necesidad de combustible para volver a tener energía con la que poner en marcha la economía, y por otra, la reconstrucción de los edificios e infraestructuras dañadas durante la guerra civil<sup>353</sup>. La preocupación por estos temas no sólo era patrimonio del Patronato, pues de las cuatro conferencias organizadas por el CSIC en 1940 todas fueron de investigación aplicada de carácter técnico, tres sobre reconstrucción de instalaciones y una acerca de carburantes<sup>354</sup>.

En este corto período que va de 1940 a 1945 las líneas de investigación del Patronato parecían estar respondiendo a un "tirón desde la demanda", o al menos a un "tirón" provocado por unas necesidades inmediatas de la economía y la sociedad. Los nuevos institutos se crearon para cubrir la demanda de soluciones de dos importantes problemas en la posguerra: reconstrucción y carencia de combustibles. Sin embargo, la posible repercusión del Patronato en la industria debía pasar a radicarse en su capacidad de "empuje desde la ciencia aplicada" para influir en la industria. De nada valía un "tirón desde la demanda" para que se realizara una aportación novedosa, si previamente no había habido una acumulación de conocimientos técnicos aplicados. Inicialmente el "tirón desde la demanda" sólo servía para señalar la dirección de la investigación, pero la consolidación de la dirección dependía de la capacidad investigadora acumulada en trayectorias de investigación similares.

---

<sup>352</sup> CSIC (1942), p. 45.

<sup>353</sup> La primera empresa que se ofreció a colaborar con el Patronato fue CAMPSA, que incluso se hizo cargo de varios temas de investigación ligados al recién nacido I. del Combustible —CSIC (1942)—.

<sup>354</sup> La conferencia sobre carburantes fue impartida por el Dr. Oetken, Director de la *Lurgi Gesellschaft für Wärmetechnik* de Frankfurt, con el título: "Desarrollo y orientaciones modernas en el campo de la obtención de carburantes a partir de combustibles sólidos." —CSIC (1942), p. 56—. La presencia de conferenciantes alemanes en los primeros momentos del CSIC fue predominante con respecto a cualquier otro país de procedencia. En 1941 sería el profesor E. Wehrle el que visitaría el CSIC para explicar: "Las bases económico-sociales de la política económica Alemana" y "Las bases de la política comercial exterior de Alemania, con especial consideración de las relaciones económicas hispano-alemanas".

### 3.2.1 Herencia y novedad del Patronato "Juan de la Cierva".

El Patronato estaba creándose y atendió a las dos maneras posibles de fijar sus líneas de investigación: unas por herencia (empuje desde la ciencia) y otras por sugerencia desde la demanda (tirón desde la demanda y las necesidades). De la primera había surgido únicamente el nuevo IL Torres Quevedo, y de la segunda los otros dos institutos. Cada una de las dos formas de crecer iba a originar nuevos centros y una manera propia de la institución para ir organizando su crecimiento. El Patronato desde sus comienzos tenía que tener una política de absorciones y otra de creaciones que no se consolidarían plenamente hasta 1951. La primera fue relativamente fácil de llevar a cabo, siempre y cuando quedase claro qué era investigación técnica aplicada y qué no. Por tanto, cualquiera de los centros de investigación aplicada podían ser absorbidos en el Patronato, tal y como había sucedido con el IL Torres Quevedo<sup>355</sup>. Por contra, la política de creaciones era más difícil. A parte de los institutos ya fundados, la cuestión clave ahora era cómo el Patronato iba a ser capaz de percibir las "demandas". La propuesta para la "solución" vino inmediatamente de las autoridades del CSIC. Entre 1940 y 1941 se establecieron las bases por las cuales el Patronato iba a intentar conocer las penurias técnicas de la industria a través de canales institucionales:

1ª) Se crearon comisiones especializadas de expertos en función de determinados temas de interés nacional fijados por los miembros del Patronato. Las comisiones tenían el cometido de averiguar el estado de las técnicas en el país, y decidir que proyectos debían emprenderse por ser más imprescindibles. Las comisiones creadas fueron las de: Industria química inorgánica, Industria química orgánica, Combustibles, Metalurgia, Construcción, Industrias mecánicas,

---

<sup>355</sup> En la *Memoria de 1940-1941* se enumeran determinados centros ligados a la ciencia química, herederos de la JAE o que habían surgido en las Universidades, sobre los que se estaba planteando su posible integración en el Patronato. En concreto eran: el Instituto Nacional de Química, el Instituto de Química Aplicada de Oviedo, los Laboratorios de Química Inorgánica y de Metalografía y las Secciones de Química Orgánica de Barcelona y Sevilla. Al principio sólo algunos departamentos de estos institutos entrarían a formar parte del Patronato, con la excepción del Instituto de Química Aplicada de Oviedo (IQA Oviedo), que en pleno entraría en 1943 dentro del Patronato. Este instituto era dirigido por José M<sup>a</sup> Fernández Ladreda, y la secretaría corría a cargo de José M<sup>a</sup>. Pertierra. El centro contaba con los laboratorios de: la Universidad de Oviedo, la Fábrica Nacional de Armas, la Fábrica de Explosivos de La Manjoya, y la Fábrica Nacional de Trubia —CSIC (1942)—.

Construcciones Aeronáuticas, Electrotecnia e hidroeléctrica, Técnica militar, Física aplicada e Industrias derivadas de la agricultura<sup>356</sup>.

2ª) Los Sindicatos de nuevo cuño franquista, "como organismos estatales representativos de la industria" también debían fijar temas de interés nacional y coordinar sus centros de investigación con los del Patronato, pero este canal como se vera funcionó en contadas ocasiones.

Una vez se hubieran conocido las necesidades, se planteaba que los diferentes centros del Patronato, incluyendo los que se crearan nuevos, se encargarían de cada tema. Esto conllevaba que los sectores industriales que pudieran beneficiarse en el futuro de las investigaciones del Patronato, deberían contribuir directamente al sostenimiento económico de aquellos institutos que realizasen proyectos de investigación beneficiosos para el conjunto del grupo industrial. Se trataba de una política científica de "movilización" en la que los intereses particulares de las empresas quedaban supeditados al interés nacional de hacer frente a una situación de posguerra y guerra mundial.

El Decreto de 7 de marzo de 1941 por el que se reestructuraba el CSIC quería ser "la base de una movilización científica al servicio de los grandes temas nacionales", obligaba a cooperar a Ministerios y Sindicatos con el PJC para fraguar un plan de tareas a realizar. Establecía que en el plazo de un mes remitirían al Patronato la "relación detallada de los temas de investigación científico-técnica cuyo estudio interesa acometer desde un punto de vista nacional, deducidos de los problemas planteados en los diversos sectores que representan (...) podrán ser utilizados para los trabajos que se realicen bajo el alto patronato del "Juan de la Cierva Codorniu" los laboratorios de las Universidades y Escuelas especiales, así como cuantos Institutos y Centros de experimentación oficial existen hoy, de acuerdo siempre con sus

---

<sup>356</sup> A su vez las comisiones se unían a través de sus presidentes en la Comisión para el Examen de los Inventos, presidida por el Vicesecretario del Patronato. Entre 1940 y 1941 esta Comisión estudió un centenar de proyectos, la mayoría de inventores particulares, de los cuales dos fueron informados favorablemente, comprometiéndose a financiarlos y a desarrollarlos en el IL Torres Quevedo —CSIC (1942)—.

respectivas especialidades y las de sus profesores y técnicos, a los que habrá de encargarse la realización de aquéllos."<sup>357</sup>

Hasta 1946 el PJC sufriría una lucha interna entre dos tendencias: una pujante, que se identificaba con la movilización científica similar a la industrial propia de los tiempos de guerra, y otra que aparecía por inercia, propia de la trayectoria científica precedente. Sobre el papel, la dirección principal de la investigación, la estructura del Patronato y el modo de relacionarse con la industria quedaban fijadas, pero en la práctica el Patronato entró en una clara fase de indefinición que duraría hasta 1945-1946. Ello se debía a la ambigüedad de la política de absorción y a que no se marcaban los límites de lo que se entendía por investigación científica técnica. Ya en 1941, se había integrado en el Patronato el Instituto Nacional de Geofísica (IN Geofísica) y con él la antigua red de observatorios astronómicos, en su mayoría pertenecientes a los jesuitas, entre los que sobresalía el del Ebro, un observatorio que realizaba labores que nada tenían que ver con la industria<sup>358</sup>.

Tal como le sucediera a la FNICER, ahora el Patronato se encontraba subvencionando unos centros alejados de sus propósitos. En el caso de la FNICER sus autoridades habían fijado con mayor claridad sus objetivos, pero con todo, el gobierno de la República les había "endosado" la Exploración del Amazonas. En el Patronato la reorganización general de todo el sistema institucional de investigación hacía que fueran a parar allí centros que no realizaban investigación técnica. Sin embargo, esto no quiere decir que el Patronato se despreocupara de la investigación técnica, lo que se refleja en el hecho de que el ILT Quevedo contaba con el mayor presupuesto de todos los institutos, siendo el que más servicios técnicos efectuaba<sup>359</sup>.

---

<sup>357</sup> —CSIC (1942), p. 240—.

<sup>358</sup> En el 2º Pleno del CSIC del 15 de diciembre de 1941 M. Lora Tamayo (Catedrático de Química) Secretario del Patronato, al informar de las actividades desarrolladas por los centros del Patronato presentó las de los observatorios astronómicos del Ebro y de la Cartuja —CSIC (1942)—. Los observatorios habían entrado en el Patronato a través del recién creado Instituto Nacional de Geofísica. Este instituto fue inicialmente adscrito al Patronato. Su presidente fue José García Siferiz, el vicepresidente Vicente Inglada Ors y el secretario Wenceslao Castillo —CSIC (1942)—. Para más información sobre el Observatorio del Ebro antes de la guerra civil véanse Camarasa, Martí y Roca (1992), p. 27-29 y Puig Raposo y López García (1992).

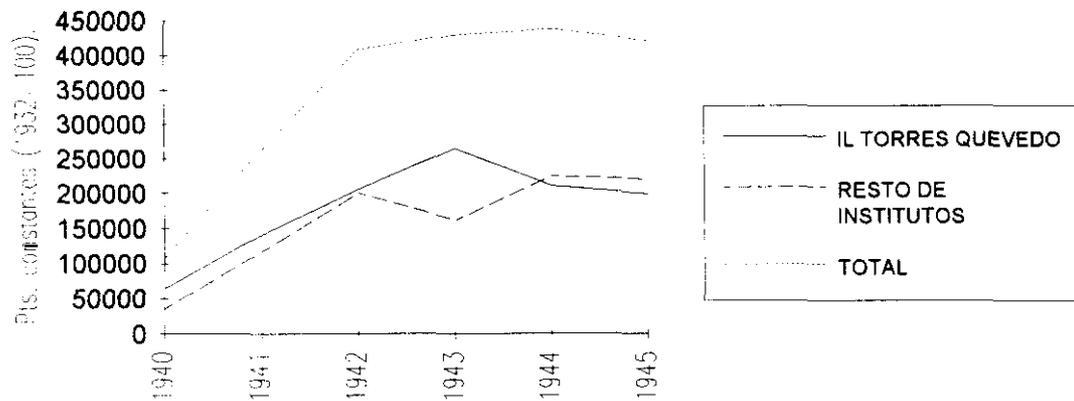
<sup>359</sup> Una de las actividades más destacables de esta época del ILT Quevedo fue el abastecimiento de instrumentos de precisión para el Ministerio de Marina —CSIC, 1942—.

El gráfico 3.1. muestra el predominio económico del IL Torres Quevedo a lo largo del período que va de 1940 a 1945. Esto deja claro que la importancia de la tradición recibida y de la acumulación estaban determinando la marcha del Patronato de forma contundente, y que sólo a partir de 1944 la situación varió de forma leve. Ahora bien, con respecto al resto de institutos resulta importante saber como evolucionaron, puesto que su desarrollo determinó el futuro del Patronato. En el gráfico 8 aparecen desde 1940-1945 sólo cuatro centros con un cierta constancia temporal en el gasto: ITC Edificación, IN Combustible, IN Geofísica y los observatorios astronómicos. Como puede apreciarse, si se exceptúan los dos primeros, el Patronato estaba soportando una carga ajena a sus objetivos primigenios que absorbían una cuarta parte de su presupuesto. Sería a partir de 1944 cuando la situación empezó a cambiar con el crecimiento en el gasto de otros institutos claramente dedicados a la investigación técnica: el Instituto de Investigaciones Técnicas de Barcelona (IIT Barcelona<sup>360</sup>), el Instituto de Química Aplicada de Oviedo (IQA Oviedo) y el Laboratorio de Metalografía de la Escuela de Peritos Industriales de Valencia (LM Valencia). Este cambio se debió a la directriz explícita del Patronato de ir absorbiendo sólo centros de investigación técnica. La otra directriz, la de creación de centros en función de la demanda y las necesidades, había quedado zanjada de momento con el ITC Edificación y el I Combustible, es decir, una cuarta parte atendiendo al gasto realizado.

---

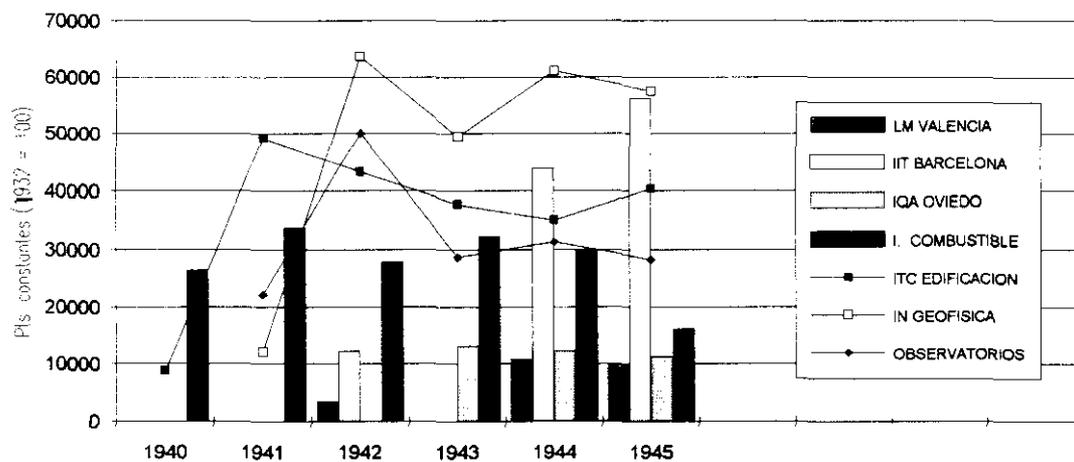
<sup>360</sup> El IIT Barcelona era el antiguo Laboratorio General de Ensayos, Análisis e Investigaciones de la Diputación Provincial de Barcelona que con anterioridad se ha tratado. Realizaba el ensayo de todo tipo de máquinas y productos electromecánicos y eléctricos. El CSIC y la Diputación "fundaron" en 1944 el IIT Barcelona. Para ello se sirvieron de un patronato en el que estaban representados las Escuelas Técnicas Superiores, los sindicatos y la industria privada. Sus actividades estaban orientadas por el Director de Investigaciones Técnicas del CSIC: Aureo Fernández Avila. Las áreas de trabajo e investigación estaban divididas en las siguientes secciones: electricidad, física industrial, mecánica y ensayos, metalurgia y metalografía, materiales de construcción, química analítica, química física, textiles, celulosas y tenería.

**GRAFICO 3.1. Gastos por institutos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva", 1940-1945.**



Fuente: CUADRO - PJC 2. Apéndice estadístico.

**GRAFICO 3.2. Gastos por centros de investigación del Patronato "Juan de la Cierva", exceptuando el Instituto "Leonardo Torres Quevedo" (1940-1945).**



Fuente: CUADRO - PJC 2. Apéndice estadístico.

Hasta el momento se ha expuesto la razón por la cual se creó el Patronato — realizar investigación técnica— y se han detallado las dos directrices (absorción y creación) por las que se fue dotando de institutos donde realizar la investigación. Se ha destacado que, en el período estudiado, fue la directriz de absorción la que

predominó —tres cuartas partes del gasto—, y que esta política de absorción trasplantó centros al Patronato donde la investigación técnica no era la actividad predominante —IN Geofísica y los observatorios astronómicos—. Llegado este punto hay que establecer cuales eran las *trayectorias tecnológicas* del Patronato.

Dado el pequeño grupo de institutos que lo formaban, y que cada uno de ellos era artífice del proceso tecnológico representado por pocas líneas de investigación, puede caerse en la tentación de identificar *trayectorias tecnológicas* con institutos. Ello es peligroso, pero puede evitarse analizando qué o quién determinaba la intensidad con la que se acometía una *trayectoria* (la intensidad viene dada por el número de proyectos, el gasto ejecutado y la dotación de investigadores). Las decisiones de política científica surgían del Patronato "Juan de la Cierva", que fijaba la potencia económica de cada *trayectoria*. *Trayectorias* que, además, estaban ligadas a tecnologías emergentes en un sistema económico atrasado por la guerra. Nuestro análisis no puede ir aislando sin más instituto a instituto y estudiar sus logros y fracasos. Es decir identificar institutos y *trayectorias*. Por contra ha de centrarse en el conjunto de la institución, para saber hasta qué punto ésta concentró su potencia en unas determinadas *trayectorias*, que pueden o no identificarse con un laboratorio en concreto. De lo contrario se estaría dividiendo a la institución, con la consiguiente pérdida de una visión general que muestre la importancia del Patronato.

### 3.2.2 Las trayectorias y los paradigmas tecnológicos del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1940 y 1945<sup>361</sup>.

Una primera aproximación a las *trayectorias tecnológicas* por el volumen del gasto es la que se ha ofrecido en los gráficos 3.1. y 3.2., pero utilizar sólo estos datos podría llevar a identificar *trayectoria* con instituto, lo cual puede ofrecer una imagen errónea de la realidad. En el lapso de tiempo que va de 1940 a 1945 no eran muy potentes las *trayectorias* en el Patronato porque los principales objetivos económicos y técnicos no estaban totalmente establecidos —parte heurística de los *paradigmas* y como consecuencia, tampoco las iniciativas para llevarlos a cabo, las directrices y normativas a las que atenerse, el ritmo de las inversiones encaminadas a lograrlos y la organización y estructuración propia para desarrollarlos —reflejo de la parte heurística de los *paradigmas* en las *trayectorias*. Sin embargo, que los *paradigmas* no fueran potentes no quiere decir que no existieran, y lo que es más importante, que no permanecieran y se reforzaran en la siguiente fase, cuando el Patronato sí iba a contar con amplios presupuestos de investigación.

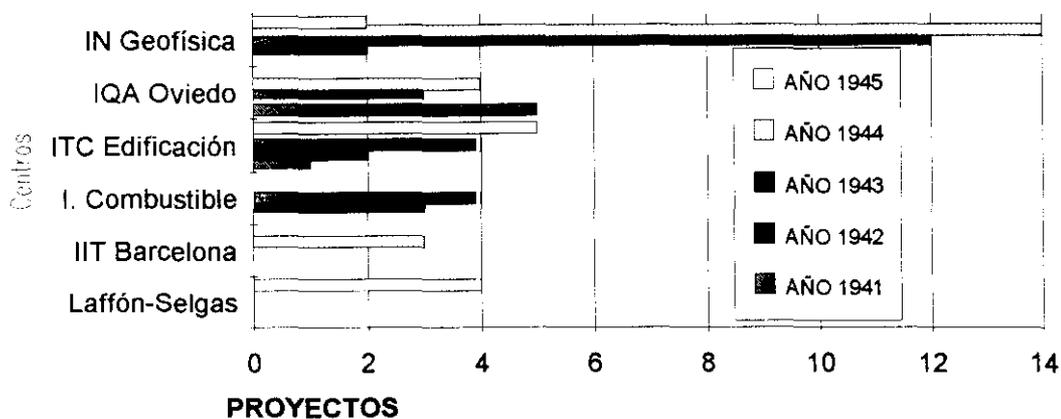
En el gráfico 3.3. se presenta el número de proyectos acometidos por cada instituto del Patronato<sup>362</sup>. A falta de una contabilidad detallada por proyectos, sólo se pueden contrastar los datos de gasto (gráficos 3.1. y 3.2.) con los de número de proyectos (gráfico 3.3.) por separado y en términos generales.

---

<sup>361</sup> El lector encontrará en el Apéndice metodológico los conceptos que he empleado a la hora de analizar los proyectos de investigación.

<sup>362</sup> El lector habrá encontrado en este gráfico un centro "nuevo": el Laboratorio "Laffón-Selgas", de Investigaciones Electroacústicas. Era un laboratorio creado por Alberto Laffón y Ezequiel Selgas que habían diseñado todo un sistema de grabación del sonido y la imagen con fines cinematográficos.

**GRAFICO 3.3. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División por centros de investigación.**



Fuente: Base de datos 68-PJC.DBF.

El ILT Quevedo empezó en 1940 esta nueva fase inspeccionando y reparando las existencias de material de laboratorio del Ministerio de Educación. Sólo fabricaba dicho material cuando no se encontraba en el mercado o era muy caro. A continuación, en 1941, fueron contratados sus servicios por parte del Ministerio de Marina con el propósito de modernizar algunos de sus equipos de radios. Las dificultades de abastecimiento por causa de la Segunda Guerra Mundial condujeron a la necesidad de construir elementos y aparatos que normalmente se compraban en el mercado: conmutadores, estufas, arandelas, chapas especiales, calibres, bornas, mandos para radio, diales, focos, bananas, *plots*, aparatos de medida<sup>363</sup>. A partir de 1944, cuando al nombre del centro se le agrega "de Física Aplicada", empiezan a cambiar las cosas. El ILT Quevedo se debatía entre ser un centro de I+D o confirmarse como la principal oficina de normalización y control de calidad del Estado. Esta dualidad con respecto al Instituto está presente en la *Memoria* de 1944:

Contribuye también a impulsar la industria nacional, al orientar la investigación científica hacia los importantes problemas planteados en nuestro país, y esta misión la cumple este Instituto con directrices análogas a las del

<sup>363</sup> Los diseños más notables fueron: un aparato retardador y golpeador electromagnético, un oscilador de radio-frecuencia, un oscilador para ondas ultra-cortas, un aparato medidor de ph y un motor de explosión Roglá —CSIC (1944), pp. 279-286—. En 1944 comenzaron a realizarse algunos objetos con mejoras puntuales, como el disco para cálculo y dibujo de trayectorias de globos pilotos cautivos — petición del Servicio Meteorológico Nacional—, que llegó a patentarse —CSIC (1945)—.

*Kaiser Wilhelm Institut*, de Dahlem (Berlín); del *Bureau of Standards*, de los E.U. de América; del *National Physical Laboratory*, de Feddington, etc.<sup>364</sup>

Si se toman el conjunto de actividades llevadas a cabo por el ILT Quevedo se llega a la conclusión de que durante este período funcionó como un taller de reparaciones y copias artesanales de los instrumentos de precisión utilizados por diferentes organismos del Estado —si bien estas reproducciones suponían mejoras puntuales, en ningún caso pueden considerarse como innovaciones—. Leonardo Torres Quevedo, al morir en 1936, se había ido con los *paradigmas tecnológicos* más destacables de su instituto, entre los cuales despuntaba el *paradigma* de la automática, con su vertiente material representada por la utilización de relés electromecánicos para llevar a cabo cálculos matemáticos, siguiendo el *paradigma tecnológico* en su vertiente inmaterial, fijado por Charles Babbage a mediados del siglo XIX, de crear un ordenador de propósito general<sup>365</sup>.

Aunque la información actual no permita conocer la potencia económica de cada proyecto, sin embargo, sí tolera una estimación para algunos institutos (IN Geofísica, IQA Oviedo, ITC Edificación e I Combustible) del número de investigadores ocupados en cada proyecto, lo cual sirve para ponderar la magnitud de los institutos en relación a los proyectos. La media de investigadores por proyecto era de 1,7 para el conjunto de los cuatro institutos, aunque en el IQA Oviedo la *ratio* llegaba a 2,3, y en el ITC Edificación a 2,4. Esto modifica la primera percepción del gráfico 9, ya que aparentemente la potencia de la geofísica era 2,5 veces superior en número de proyectos a la química y la edificación cada una por separado, pero si se pondera los proyectos por el número de investigadores se obtiene que la geofísica sólo era 1,3 veces superior a la química o a la edificación.

---

<sup>364</sup> CSIC (1945), p. 291..

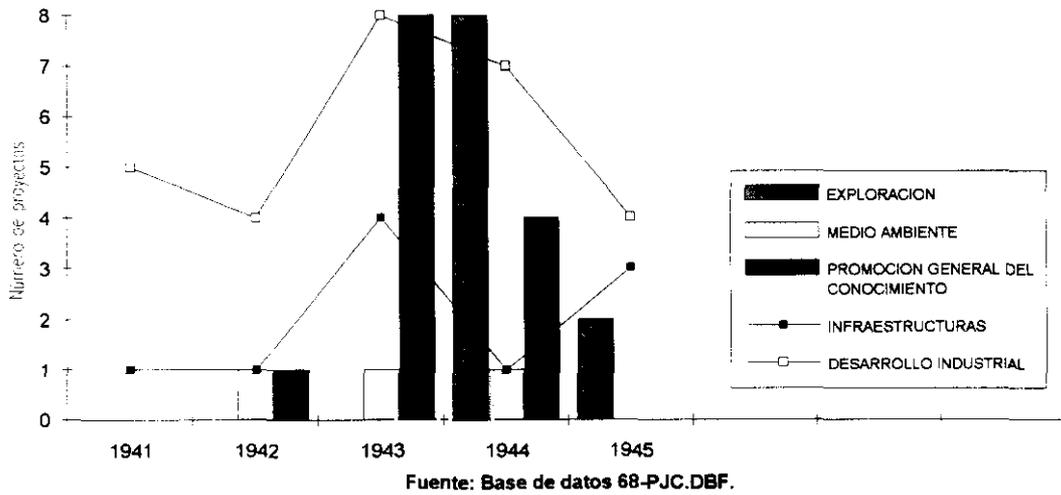
<sup>365</sup> El hecho de haber perdido el *paradigma* de la automática no debe de anular la importancia del *paradigma* que sí permaneció: la construcción de instrumentos de precisión de acuerdo a las necesidades de los centros de investigación. Como señaló D. de Solla Price, en su teoría general de la ciencia y la tecnología, la función jugada por la innovación en los instrumentos de investigación es absolutamente fundamental en el avance científico —Solla Price (1984)—. El problema del IL Torres Quevedo estaba más en la baja calidad de las necesidades de instrumental que en su capacidad para crear innovaciones. Hay que tener en cuenta que antes de la guerra civil el Instituto recibía peticiones de los centros que dirigían Ramón y Cajal, Cabrera y Terradas —García Santesmases (1980)—, y que ahora las necesidades estaban marcadas por una situación de posguerra y las peticiones de los organismos estatales, los cuales estaban más preocupados en reparar y reponer lo que se había salvado, que en alentar una petición novedosa, pero ello cambiaría pronto.

El número total de proyectos que se deduce que fueron emprendidos por el Patronato en los cinco años fue de 68. La duración de los proyectos de investigación no superaba el año, ya que los proyectos solían tener esta pertinencia. En realidad existen tendencias a investigar temas similares bajo diferentes títulos de proyectos, formándose así líneas de investigación, que tenían una persistencia algo superior.

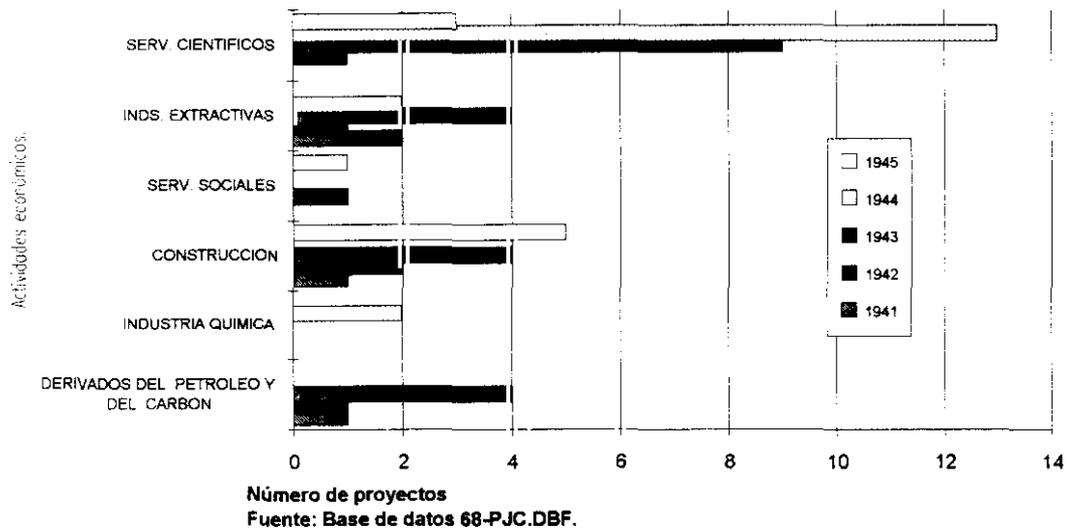
Gracias a la explotación de la base de datos, que he creado con los datos de los 68 proyectos, pueden apreciarse los perfiles de las *trayectorias tecnológicas* para el conjunto del Patronato. Los resultados de dicha explotación se encuentran sintetizados en los gráficos que van del 3.4. al 3.10. Después de que se hayan desgranado las diferentes características de los proyectos, y se hayan vuelto a unificar en función de los criterios de distribución que cada gráfico representa, se obtiene una imagen de las *trayectorias tecnológicas*.

El primer punto de atención radica en conocer los principales objetivos socioeconómicos (gráfico 3.4.). El Patronato tenía dos objetivos primordiales en cuanto a la continuidad y volumen de los mismos: la promoción del desarrollo industrial — incluida la minería—, objetivo presente en todos los institutos en mayor o menor medida, y la mejora de las infraestructuras de los servicios, objetivo concentrado en el ITC Edificación. En un segundo plano estarían la promoción general del conocimiento científico, concentrado en el IN Geofísica, y la exploración y explotación de la Tierra y la Atmósfera, también unido al IN Geofísica. Esta clasificación permite atisbar dos grupos de *paradigmas tecnológicos*: uno el de los constantes y ligados a la actividad económica, y otro el de los puntuales y relacionados con la actividad científica básica. En síntesis lo que estaba sucediendo era que los paradigmas asociados al desarrollo industrial y la reconstrucción ejercían una presión intensa sobre todas las investigaciones del Patronato, pero a la vez éste se encontraba con la rémora del IN Geofísica, que no se ajustaba a las *trayectorias tecnológicas* del Patronato. Esta rémora hacía que la institución estuviera excesivamente volcada en tareas propias de centros científicos con escasa vinculación respecto de la actividad industrial —gráfico 3.5., barras con el epígrafe de servicios científicos—.

**GRAFICO 3.4. Principales proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División por objetivos socioeconómicos de las investigaciones (clasificación NORDFORSK).**

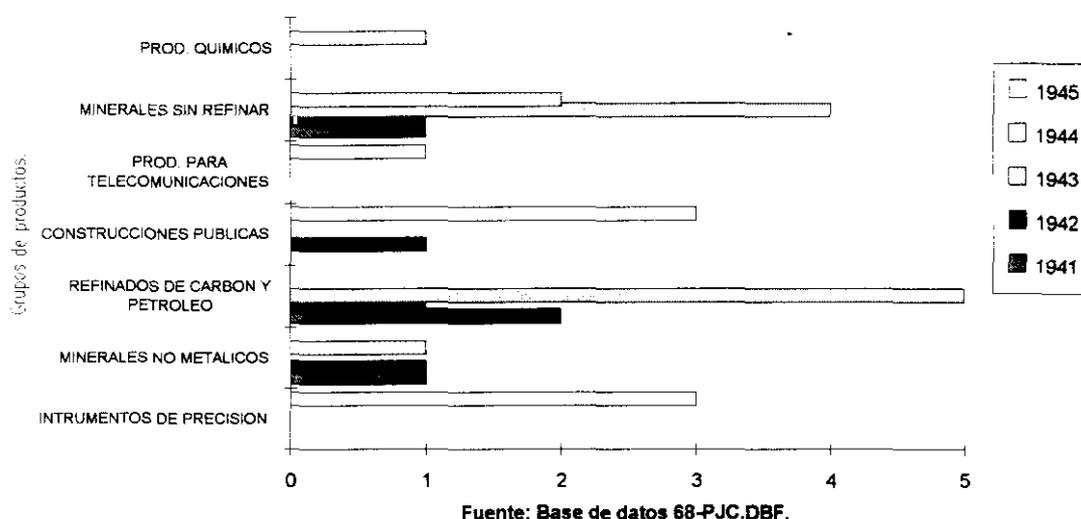


**GRAFICO 3.5. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). Principales actividades económicas a las que se refieren los proyectos (Clasificación ISIC).**



Las actividades económicas que potencialmente iban a beneficiarse (véase gráfico 3.5.) eran tres por orden de importancia: a) construcción y obras públicas, lo que refuerza el paradigma de la reconstrucción de las infraestructuras, b) industrias extractivas y c) industria química, en especial los derivados del petróleo y del carbón. El *paradigma* del apoyo al desarrollo industrial quedaba así delimitado. El Patronato deseaba mejorar el aprovechamiento de las materias primas y solucionar la carencia de combustibles. Era sin duda un *paradigma* que contenía implicaciones de política económica autárquica. No resulta extraño por tanto, que los proyectos se concentraran en perfeccionar el aprovechamiento de los minerales (gráfico 3.6.).

GRAFICO 3.6. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945).  
Tipos de productos industriales a los que se refieren los proyectos de investigación  
(Clasificación ISIC por grupos de productos).



Se puede decir que el Patronato en esta época tenía dos paradigmas determinados por la situación de posguerra y a favor de una política económica autárquica. Con el ánimo de concretar en pocas palabras lo que estaba detrás de esos dos *paradigmas* se pueden denominar de la siguiente manera:

1º) Desarrollo de combustibles a partir de las materias primas<sup>366</sup>

<sup>366</sup> En ocasiones la obtención de combustibles era secundaria ante la obsesión por aprovechar los recursos minerales:

## 2º) Reconstrucción de las infraestructuras públicas.

Estas dos denominaciones sólo hacen referencia a la parte inmaterial del *paradigma*, por tanto se necesita saber cual era su correspondiente parte material. Una lectura de los proyectos lleva a las siguientes conclusiones: del primero era la destilación de hidrocarburos<sup>367</sup> y del segundo las estructuras de gran tamaño de hormigón armado. Estos *paradigmas* se correspondían con las directrices de creación de nuevos institutos marcadas por el Patronato, sin embargo la directriz de absorción había generado el problema del IN Geofísica, un centro demasiado alejado de los propósitos iniciales del Patronato. De hecho la presencia del IN Geofísica estaba haciendo que las ciencias naturales estuvieran por encima de la ingeniería (gráfico 3.7.), y que la naturaleza de las investigaciones ofreciera demasiados productos científicos carentes de aplicación industrial (productos científicos en el gráfico 3.8., investigación básica en el gráfico 3.9. y estudios teóricos en el gráfico 3.10.). Sin embargo, todo parecía indicar que esta situación no iba a ser crónica, pues en 1945 las tendencias lógicas, al respecto de la naturaleza y tipo de la investigación, señalaban un cambio en mayor sintonía con lo que debería ser una institución que estaba formalizando la investigación técnica (gráficos 3.8 y 3.9)

---

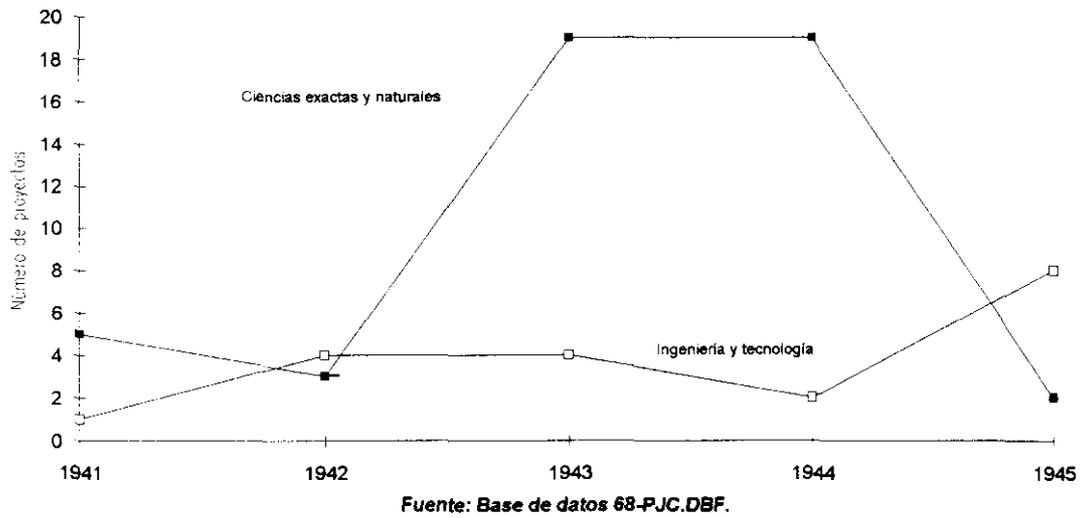
El IQA de Oviedo concentra todos sus estudios en poner remedio a la deficiencia de carbones que suministren en España un buen *cock*, apto para la siderurgia, mientras que la Sección de Metalurgia se ha dedicado singularmente a estudios sobre flotación de minerales complejos, pobres en cobre, níquel y cobalto, llegando a resultados altamente satisfactorios. —CSIC (1944), p. 36, Discurso de Ibáñez Martín de 1943—.

<sup>367</sup> El paradigma relacionado con los combustibles condujo desde 1942 a plantear relaciones directas con el INI. Así por ejemplo la Sección de Zaragoza del I. del Combustible estaba tomando muestras de carbón de Teruel y analizándolas para el INI:

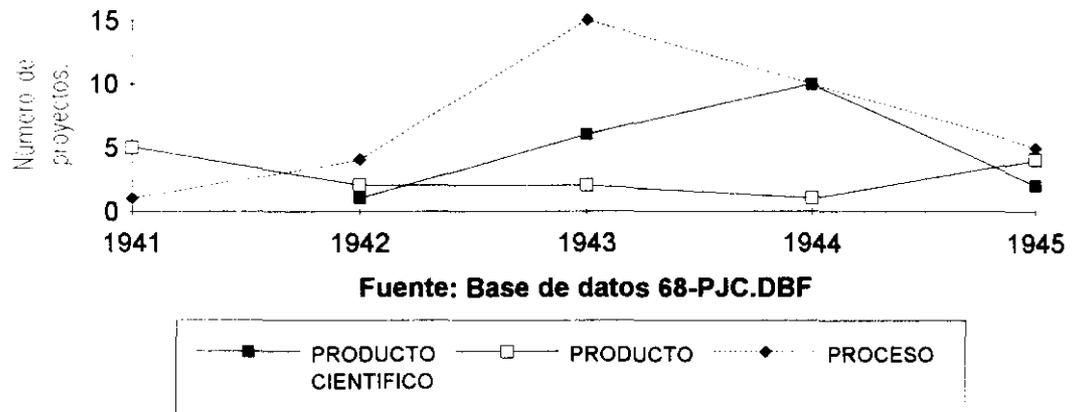
Este estudio tiene por finalidad poder ofrecer a los técnicos españoles que bajo el alto patronato del I.N.I. tienen encomendado acometer el complejo problema de los carburantes y lubricantes en España un conjunto de datos y conocimientos. —CSIC (1943), pp. 268-269—.

Las relaciones con el INI fraguaron en la creación de las becas de Física y Química del INI para el Patronato —CSIC (1946)—.

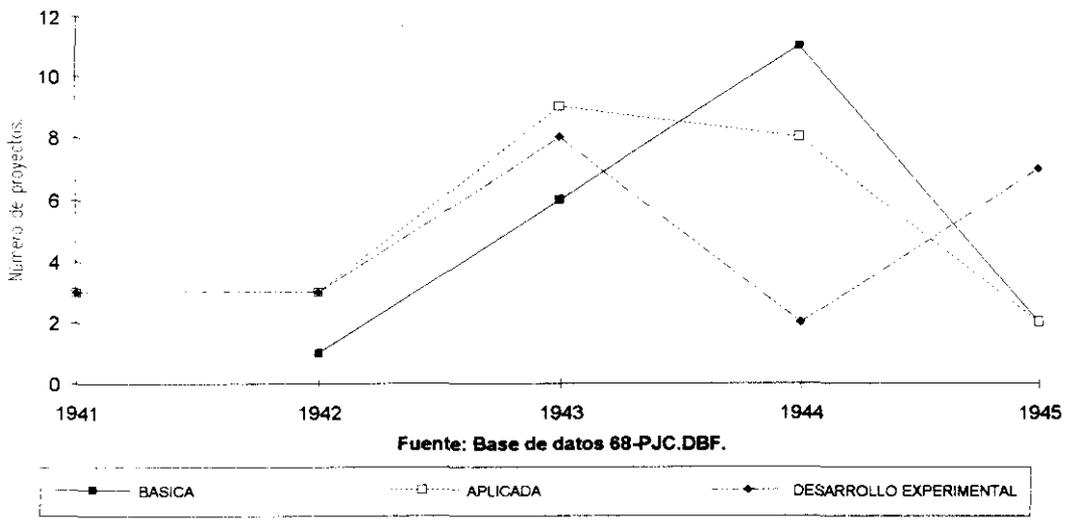
**GRAFICO 3.7. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División por áreas científicas.**



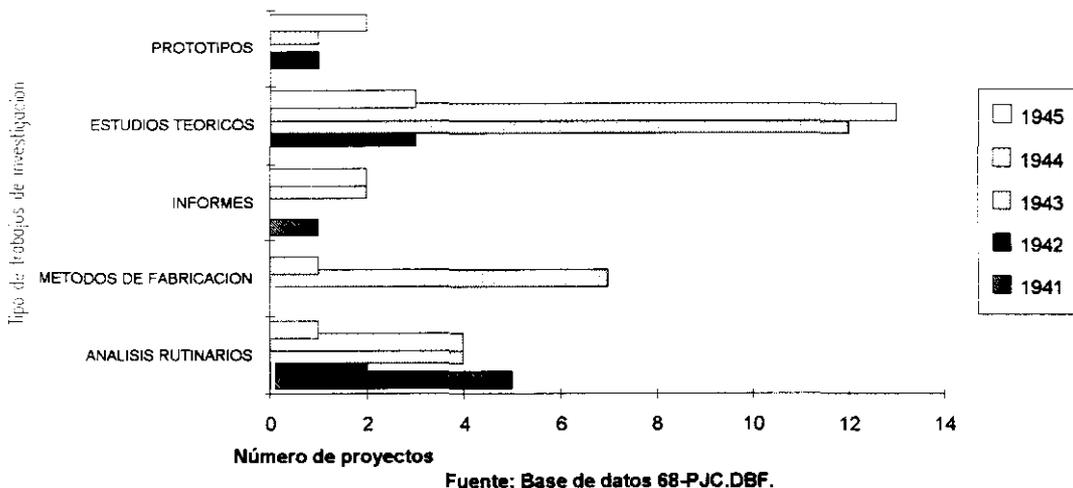
**GRAFICO 3.8. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División de los proyectos atendiendo a la naturaleza de la investigación.**



**GRAFICO 3.9. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División atendiendo al tipo de investigación realizada.**



**GRAFICO 3.10. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División atendiendo a la complejidad del trabajo de investigación.**



Este cambio había sido ideado por J.A. Suanzes, director del PJC desde 1942. En 1944 creyó llegado el momento de dar una nueva estructura y más agilidad a la institución<sup>368</sup>, para ello planteó la creación de nuevos órganos de gobierno y estudio, que facilitarían el paso en breve plazo de tiempo, dos años, a un modelo de Patronato

<sup>368</sup> "Reglamento aprobado por el Comité Ejecutivo del CSIC de 28 de junio de 1944", CSIC (1946).

diferente al conocido hasta entonces. Este nuevo modelo es el que se explica en el siguiente capítulo.

Para finalizar este capítulo debemos plantear el problema de la investigación básica frente a la aplicada y al desarrollo de procesos y productos industriales. Los gráficos 3.8., 3.9. y 3.10. indican una complejidad baja de la investigación realizada. Esto resulta palmario en el gráfico 3.8., donde se aprecia el predominio de la investigación de procesos productivos (línea PROCESO, gráfico 3.8.), muy por encima de la más compleja de productos industriales (línea PRODUCTO, gráfico 3.8.). Ello es consecuente con la parte material de los paradigmas, ya que ambos fuerzan una investigación de procesos —destilación de hidrocarburos y métodos de construcción— Además, las investigaciones de productos en la mayoría de los casos escondían simples análisis rutinarios de productos químicos en su mayoría (gráfico 3.10.). Pese a todo, el objetivo de promoción del desarrollo industrial era tan potente que el tipo de investigación más ligada a la industria, el desarrollo experimental (gráfico 3.9.), ocupa buena parte de la actividad investigadora, aunque menor que la investigación aplicada.

En resumen, el Patronato en este período estuvo bajo las normas de un régimen económico autárquico, que aparentemente imponían dos *paradigmas*: el desarrollo de combustibles a partir de las materias primas nacionales, cuyo componente tangible eran las investigaciones sobre destilación de hidrocarburos<sup>369</sup>, y la reconstrucción de las viviendas y de las infraestructuras públicas, cuya parte material eran los estudios de las estructuras prefabricadas y las de gran tamaño de hormigón armado<sup>370</sup>. Pero estos *paradigmas* tenían la rémora de absorciones

---

<sup>369</sup> Téngase en cuenta que desde principios de 1944 España sufrirá el bloqueo de gasolina por parte de los aliados —Rama (1976), p. 362.

<sup>370</sup> Recuérdese que el 8 % de las viviendas habían sido destruidas, lo cual imponía una política de reconstrucción. Entre 1940 y 1944 se subvencionó por parte del Estado la construcción de 13.000 viviendas por año, en 1946 20.000, en 1947 30.000 y en 1950 42.000 —Payne (1987), p. 260 y p. 406— El esfuerzo del ITC Edificación por abaratar los costes en la ejecución de obras públicas empleando estructuras de hormigón armado estaba en relación a las buenas expectativas que la política de regadíos e hidroeléctrica abría a la construcción de presas, y a la vez se encontraba forzado por la disminución de la importancia relativa de las obras públicas en los Presupuestos Generales (el presupuesto dedicado a las obras públicas descendió del 14 % bajo la República al 7,7 de los primeros años del franquismo —Payne (1987), pp. 267 y 268—), es decir más obras con menos dinero, un problema perfecto para estimular la innovación técnica.

extrañas a los objetivos del Patronato: el IN Geofísica. A partir de este punto hay que plantearse si en 1946 los 16 millones de pesetas de presupuesto, que suponían la multiplicación por siete de las posibilidades de gasto del Patronato, iban a seguir apuntalando los mismos *paradigmas* y si iban a ser suficientes para que el PJC jugase el papel que Suanzes le había asignado en su modelo dirigista de industrialización.

### **3.3 La organización de la política científica y tecnológica desde 1946 hasta 1957.**

#### **3.3.1 La institucionalización de la investigación aplicada en la segunda mitad de los años cuarenta: sus protagonistas.**

Las realizaciones concretas de la institucionalización de la investigación aplicada habían sido muy escasas en el primer lustro de los años cuarenta. Realmente no fue hasta 1944 cuando se iniciaron dos proyectos para fortalecer esta rama de la investigación. Uno sería fruto de la actuación de E. Terradas como presidente del Patronato del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)<sup>371</sup>. Otro, el que más nos interesa, fue la recomposición del PJC según los postulados de Suanzes. A estos dos se uniría un tercero en 1948: la Junta de Energía Nuclear (JEN)<sup>372</sup>. Este núcleo fundamental de la investigación aplicada permanecería como tal hasta los años sesenta, siendo sus protagonistas los mismos: E. Terradas —aunque falleció en 1950, dejó su impronta en el INTA—, J.A. Suanzes, J.M. Otero Navascués y M. Lora Tamayo. Una visión sucinta del papel jugado por estos científicos puede aclarar las relaciones que había entre las diferentes instituciones del sistema de ciencia e investigación del momento.

Terradas, como ya se ha indicado, había sido un hombre esencial en la institucionalización de la ciencia aplicada en Cataluña con anterioridad a la guerra civil. Su talante conservador y católico, así como su prestigio académico, le convirtieron tras

---

<sup>371</sup> El INTA se creó en el año 1942, su Patronato en 1943 y su reglamento quedó aprobado en septiembre de 1944, siendo modificado en 1946 —INTA (1962)—.

<sup>372</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 261-318. Hay que señalar que la JEN nace como tal en 1951, pero desde 1948 existía el precedente de la Junta de Investigaciones Atómicas de la que surgió posteriormente la JEN.

la guerra en uno de los científicos más reconocidos por el nuevo régimen<sup>373</sup>. Estuvo ligado en mayor o menor grado a las cuatro instituciones: INI, PJC, INTA y JEN.

Fue por el INTA por la que más trabajó. Este instituto tuvo sus orígenes en el Laboratorio de Cuatro Vientos, el cual había quedado sin rumbo al haberse exiliado su director E. Herrera —fiel a la República de la que formó Gobierno en el exilio—. Al igual que el Laboratorio, el INTA dependía del ejército —en los años cuarenta ya existía el Ministerio del Aire— por lo que su director debía ser un militar. El puesto fue ocupado por F. Lafita, coronel ingeniero aeronáutico, ingeniero naval y antiguo estudiante de Terradas. Ahora bien, este instituto tenía un patronato cuya presidencia estaba pensada para un científico de renombre. Su presidente natural habría sido J. de la Cierva, pero éste falleció en 1937 en un accidente aéreo<sup>374</sup>, con lo cual Terradas apareció como la figura más indicada. Su nueva responsabilidad no era puramente figurativa, ya que, además, fue nombrado jefe del Departamento de Motores.

En su doble calidad de presidente del patronato del INTA y de jefe del Departamento de Motores viajó en 1942 a Alemania, con el objetivo de adquirir el material necesario para poner en marcha sus instalaciones<sup>375</sup>. Después de dos años no había conseguido todo el material preciso, así que intentó de nuevo llevar a cabo una misión similar en el extranjero, pero en esta ocasión, en vez de Alemania, se dirigió a EE.UU. Allí intentó establecer acuerdos para que algunos alumnos del INTA pudieran estudiar en centros norteamericanos<sup>376</sup>. La acogida de esta idea por parte de las autoridades de los EE.UU. fue fría, por lo que Terradas decidió cambiar de estrategia, e invitar a profesores europeos y norteamericanos en estancias cortas para que trabajasen y enseñaran en el INTA. Fue por esta razón por la que vinieron

---

<sup>373</sup> Rafael, Palacios, Planell, Lafita y Rey (1951).

<sup>374</sup> Warleta (1977).

<sup>375</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p.278.

<sup>376</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 279-284 y Glick (1987).

científicos como: Kampé de Fariet, Peres, L.M. Milne-Thomson, Maurice Roy, L. Broglío, Eula, Lorenz, Nobile, W.J. Duncan, G. Julia y T. von Kármán. De todos ellos, el húngaro nacionalizado norteamericano von Kármán fue el más importante y asiduo —visitó el INTA en los años 1948, 1949 y 1950—, dejando una importante huella en la formación de los investigadores del instituto<sup>377</sup>.

La iniciativa de Terradas en el mundo de las instituciones de ciencia aplicada no se circunscribió tan sólo al INTA. En el PJC fue nombrado vocal consejero y en 1947 se le designó presidente de la Comisión Técnica Especializada de Electrónica con el encargo de formar el Instituto Nacional de Electrónica (IN Electrónica), del cual fue elegido director en 1948 pero cesado un año después<sup>378</sup>. También en 1948 fue escogido como presidente del Consejo de Administración de la empresa APALE, que daría origen a la JEN<sup>379</sup>. Con respecto al INI Terradas fue más que un asesor. En su viaje del año 1944 a los EE. UU. intentó comprar para la Empresa Nacional "Calvo Sotelo" (ENCASO) la maquinaria necesaria para la central termoeléctrica de Ponferrada —de la que fue nombrado presidente de su consejo de administración— y, también, se interesó por el material para el tratamiento de las pizarras de Puertollano<sup>380</sup>.

Otero Navascués en ciertos aspectos era muy parecido a Suanzes. Se trataba de un ingeniero naval que en 1934 ya había montado el Laboratorio y Taller de Investigaciones del Estado Mayor de la Armada (LTIEMA), y que tras la guerra civil apareció como uno de los fundadores del CSIC. De hecho, fue él quien presionó dentro del CSIC para que la investigación práctica y teórica estuvieran más "equilibradas" que en la JAE, prueba de ello fue la importancia que ganó la óptica en las líneas de investigación del Consejo, gracias al Instituto de Óptica "Daza Valdés",

---

<sup>377</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 284-291.

<sup>378</sup> En la Junta de Gobierno del PJC de julio de 1947 —PJC JG 15-7-47— Terradas aparece ya como presidente de la CTE de Electrónica.

<sup>379</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 297-309.

<sup>380</sup> Glick (1987), p. 37 y Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p. 310.

que el propio Otero Navascués fundó y dirigió. Inicialmente no entró en la Junta de Gobierno del PJC, pero consiguió integrar al Departamento de Óptica Técnica (D Óptica) como un instituto dentro del PJC, y personalmente perteneció al Consejo Técnico Asesor (CTA) del PJC, un órgano esencial en los primeros años del Patronato. Desde su posición en el CSIC intentó hacerse con todas las parcelas de poder en relación a la física, hecho que conseguiría a través de la Comisión Técnica Especializada de Física Aplicada del PJC, que sería el primer lugar donde se planteó en 1946 la necesidad de iniciar las investigaciones en física nuclear<sup>381</sup>. De facto él terminó siendo el Vicepresidente de la JEN y director de su División de Física<sup>382</sup>. La conexión de Otero Navascués y el INI, también fue intensa. La Empresa Nacional de Óptica (ENOSA) fue fundada y dirigida por él desde 1950 en adelante.

Con respecto a Suanzes no debemos olvidar que su proyecto industrialista encerraba dentro del INI a buena parte de la investigación aplicada que necesitaba. Era la Dirección Técnica del INI, a través de sus departamentos, el órgano que iba dando origen a los centros y laboratorios que se precisaban: en primer lugar los surgidos directamente de la Dirección técnica, como el Centro de Estudios Técnicos de la Automoción (CETA), el Centro de Estudios Técnicos de Material Espacial (CETME), el Centro de Estudios Técnicos de Obras (CETO), el Centro de Estudios Técnicos de la Electricidad (CETE) y la Comisión de Energía Eólica (CE Eólica), ésta última coordinada con el PJC, y en segundo lugar los laboratorios de dos empresas del INI que además, también estaban integrados en el PJC: el Centro de Investigación de ENCASO (CI ENCASO) y la División de Investigación Industrial de "Piritas Españolas" (DII Piritas).

El último de los protagonistas en los que he centrado la atención fue Lora Tamayo, quien asumió los cargos de secretario del PJC, jefe de la Secretaría de

---

<sup>381</sup> Informe de la Comisión Técnica Especializada de Física Aplicada —PJC CP 18-12-46—

<sup>382</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p. 305.

Química Orgánica del Instituto "Alonso Barba" del CSIC —instituto que terminaría siendo integrado en el PJC en 1955— y consejero de la JEN. Su conocimiento de las instituciones científicas del país y el hecho de ser representante español en algunas comisiones de la OCDE fueron la clave para su nombramiento como Ministro de Educación y Ciencia en el año 1962<sup>383</sup>.

Existen dos razones por las que he destacado estos cuatro nombres:

- Primera, porque denotan la existencia de un núcleo de personas —del cual son muy representativos los cuatro individuos citados, pues lideraban una extensa red de colaboradores—, que estaban presentes en todas las instituciones claves de la ciencia, la tecnología y la política industrial, dando origen a una relación firme entre ellas.

- Segunda, porque cada uno de ellos es un prototipo de los modos de actuar de los científicos e ingenieros del primer franquismo en la Administración. Suanzes personifica, no merece la pena recalcarlo más, la integridad del que se cree mero instrumento para llevar a cabo un proyecto de industrialización. Otero Navascués representaría las nuevas maneras, los científicos que van ganando parcelas de poder, y también, la consolidación de lo militar dentro de la sociedad civil. Lora Tamayo es la persona que va poniendo lentamente las bases desde dentro, para la restitución del "discurso civil" roto definitivamente con la guerra. Terradas es una isla del pasado, del espíritu emprendedor de reforma que había guiado a la ciencia española después de 1898 hasta los últimos años de la Segunda República, es una isla del "discurso civil". El mismo se lo expresó en 1949 a J.M. Albareda (Secretario del CSIC)<sup>384</sup>.

---

<sup>383</sup> Montoro (1981), pp. 54-59 y Santesmases y Muñoz (1993), p. 81.

<sup>384</sup> Puede sorprender que no haya elegido a Albareda como persona representativa, pero es que su figura fue más importante en el CSIC que en el PJC. Aunque pertenecía a su Comisión Permanente no realizó una labor destacable. Sobre Albareda existen dos biografías y J.M. Sánchez Ron ha realizado algunas aportaciones al igual que M.J. Santesmases y E. Muñoz —Gutiérrez Ríos (1970); Castillo y Tomeo (1971); Sánchez Ron (1992b) y Santesmases y Muñoz (1993)—.

Es evidente que las cualidades de talento o habilidad manual que se necesita reconocer en el físico, obligan a dejar un ancho margen a las ideas políticas o sociales, no sólo aquí sino en todo el mundo. Obligan además a otorgar una consideración de valía, de necesidad, de decoro nacional incompatible con una disciplina precisamente cuando es la falta de austeridad lo que más se encuentra a faltar en todas partes y en vano se buscarían espejos y ejemplos a seguir.<sup>385</sup>

En este texto Terradas pide que la ciencia no sea elemento de luchas, que el científico sea libre para pensar y que la presión burocrática —en palabras suyas "el *ordenancismo* que nos ahoga"— no impida el trabajo concentrado y sostenido del científico.

Por supuesto, no toda la investigación aplicada que realizaba el Estado estaba ligada a estos hombres y a las instituciones en las que trabajaban, aunque el PJC, en su afán de controlar la mayor parte de investigación aplicada del país, había establecido relación directa con casi todos los demás centros y laboratorios oficiales. Aparte de las cuatro instituciones ya citadas, algunos ministerios mantenían sus laboratorios de pruebas. El de Agricultura contaba con el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, fundado en 1932 y refundado en 1940 y con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, este último coordinado con el PJC<sup>386</sup>. Obras Públicas mantenía sus laboratorios de ensayos de materiales, alguno de los cuales solía colaborar con el ITC Edificación del PJC. También los ingenieros del Ejército tenían establecidos sus laboratorios, que participaban en algunos proyectos de los institutos del PJC, en especial el LTIEMA con el Departamento de Óptica Técnica del Instituto de Óptica "Daza Valdés" (D Óptica)<sup>387</sup>. Por último, la Universidad y las Escuelas Superiores de Ingenieros por regla general carecían de laboratorios de carácter aplicado, pero cuando los tenían solían estar relacionados directamente con

---

<sup>385</sup> Carta de E. Terradas a J.M. Albareda del 15 de noviembre de 1949 reproducida en Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 299-301.

<sup>386</sup> Criado (1990), p. 118.

<sup>387</sup> Otros centros militares o muy conectados con el ejército en especial a la Armada eran: el Canal de Experiencias de El Pardo, el Centro de Estudios y Proyectos de la Dirección de Construcciones Navales Militares y el Centro de Estudios Técnicos de Armas Navales.

el PJC, o al menos éste subvencionaba parte de sus trabajos más importantes, sobre todo en la disciplina de química.

Fuera del ámbito público era muy poco lo que quedaba. Primero, porque también en esta esfera el PJC había creado una red de institutos coordinados que terminó absorbiendo las escasas iniciativas privadas no empresariales. Realmente, sólo pervivió el Instituto Químico de Sarrià (IQS) como un centro con alguna capacidad de investigación, aunque después de la guerra civil las líneas de trabajo más prometedoras se vinieron abajo, en buena medida porque el centro tuvo que volver a centrarse en la docencia, hasta que se normalizó y pudo volver a tener medios para investigar<sup>388</sup>. Segundo, porque las empresas privadas no tenían departamentos permanentes dedicados a la investigación. La mayoría de las compañías actuaban sin patente alguna, y entre las más importantes sucedía que la procedencia de sus patentes era extranjera, bien porque se trataba de filiales de multinacionales, bien porque habían comprado una licencia a una firma foránea<sup>389</sup>. Además, algunas de las empresas con mayores recursos tecnológicos —patentes propias— terminaron siendo absorbidas por el INI y trabajando en coordinación con el INTA y el CETA, como sucedió con los casos de la Hispano Suiza, Elizalde y Construcciones Aeronáuticas SA.

De este panorama se deducen dos hechos: primero, el predominio de las instituciones y empresas públicas en las tareas permanentes de investigación aplicada, y segundo, la presencia del PJC como un organismo coordinador entre las instituciones públicas y conectado a casi todas las iniciativas de investigación aplicada del país.

---

<sup>388</sup> Puig Raposo y López García (1992) y López García y Puig Raposo (en prensa).

<sup>389</sup> Estas primeras apreciaciones se derivan de un trabajo en curso de realización sobre la fuente del *Catálogo Oficial de la Producción Industrial de España 1938-1942* según Orden Ministerial del 6 de noviembre de 1937 —MIC (1938-1942)—.

A su vez, ambos hechos muestran, por exclusión, que la mayor parte de la industria tenía como recursos tecnológicos la absorción de la tecnología proveniente del extranjero, frente a ello, en los años cuarenta y principios de los cincuenta hubo un intento desde las instituciones públicas, cuyo núcleo fue el INI y el PJC, de generar tecnología nacional. Un fenómeno, este último, interesante, porque nos informa de la distancia real con respecto a los países más industrializados en mayor medida que si sólo se estudiase la importación de tecnología, es decir, la difusión de la tecnología por la absorción. La razón es sencilla. La absorción por importación se da en la parte alta de la "curva de Wolf", y se basa en la asimilación por medio de procesos de aprendizaje o similares, mientras que la generación interna de tecnología se mueve a lo largo de toda la curva, presentando una gama completa de los puntos fuertes y débiles del fenómeno de acercamiento tecnológico. Al llegar a este punto, y adivinando la importancia del PJC, cabe plantearse cómo se organizó el Patronato para generar tecnología. El siguiente apartado entra en esta cuestión, pero no es una descripción pormenorizada de cómo fueron surgiendo los institutos, sino una síntesis de los principios que rigieron la organización del PJC a lo largo de tres lustros.

### 3.3.2 La reorganización del Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1950).

Suanzes, en su modelo dirigista de industrialización había pensado en desarrollar la tecnología de origen nacional. Desde 1942 era el Presidente del Patronato, al año siguiente ya había comenzado una intensa reestructuración del PJC liderada por sus hombres de confianza del Comité Técnico Químico del INI<sup>390</sup>. Pero no fue hasta 1944 cuando se vería necesitado de la estructura de investigación del PJC. Hasta aquel año sus proyectos industriales tenían una fuente de tecnología casi exclusiva: Alemania. Pero la transferencia se estaba haciendo cada día más difícil. La imposibilidad de seguir por ese rumbo quedó de manifiesto cuando los técnicos de la empresa alemana Lurgi GmbH, que trabajaban en un proyecto para ENCASO, fueron detenidos en Francia y juzgados por crímenes de guerra<sup>391</sup>. ENCASO superó inicialmente el problema contratando con fábricas francesas los bienes de equipo que iba a comprar a Lurgi GmbH. No obstante, algunos de los proyectos más ambiciosos del INI, como los siderúrgicos, que necesitaban una mayor asistencia técnica, hubieron de retrasarse ante el devenir de la guerra mundial. El curso de los acontecimientos se precipitó, y en 1945 Suanzes se encontró con que EE. UU. iba a cortar sus exportaciones de combustibles hacia España. Todo indicaba que se avecinaba un bloqueo internacional, así que Suanzes aceleró varios de sus programas de sustitución de importaciones, en especial el de combustibles basado en la utilización de los recursos naturales y tecnológicos nacionales. La guerra y el bloqueo apresuraron la puesta en marcha de los proyectos más ambiciosos de las instituciones públicas de investigación aplicada. Casi al final de la guerra mundial, por primera vez en el franquismo, la investigación se convertía en una necesidad y no en una excusa

---

<sup>390</sup> En el apartado 4.4.2 del cuarto capítulo se encuentra un análisis más detallado de las conexiones del PJC y el INI desde 1942.

<sup>391</sup> El contrato con Lurgi GmbH suponía el suministro de material y planos para la instalación de ocho hornos de destilación de pizarras por un valor de 6,2 millones de RM y otro horno para la destilación de lignitos a baja temperatura por valor de 145.000 RM —García Pérez (1992), p. 880 y 881 y Ballesterro (1993), pp. 150-153—.

para hacer propaganda del régimen. Suanzes puso en práctica toda su capacidad organizativa para que se potenciaron los laboratorios de investigación en las mayores empresas del INI, y para que concluyera la reestructuración, iniciada en 1943, del PJC.

### La estructura del PJC

Como se ha señalado en el capítulo anterior, desde 1940 el CSIC estaba estudiando, por medio de la *Ponencia Organizadora del PJC*, la ordenación de la política en materia de investigación científica aplicada. A la *Ponencia* se sumó Suanzes de manera efectiva en 1944. Después de un año, en el verano del año 1945, la *Ponencia* terminó su trabajo, y el CSIC propuso el *Plan General de Orientación de la Investigación Técnica* cuya pieza fundamental era el PJC. El *Plan* seguía la remodelación defendida por Suanzes a lo largo de 1944. Este había sintetizado sus propuestas en el *Discurso de Constitución del Patronato "Juan de la Cierva"* de 1945. En el *Discurso* señaló que por "circunstancias muy especiales y de todos conocidas" —fin de la guerra mundial y bloqueo internacional—, era evidente "la necesidad de desarrollar eficazmente una investigación científico-técnica proporcionada a nuestras necesidades". Para él era obligado "provocar la adecuada movilización de nuestros recursos naturales y humanos."<sup>392</sup>

Suanzes puso en práctica su modelo de trabajo de características extensivas<sup>393</sup>, consiguiendo establecer una organización muy jerarquizada para el PJC. En muchos aspectos la nueva estructura del PJC recordaba a la del INI<sup>394</sup>. En la cúpula del Patronato, ocupando la presidencia, se encontraba él (véase la figura 3.1.), y después la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno —desde ahora Comisión

---

<sup>392</sup> CSIC (1946), pp. 89-91.

<sup>393</sup> Véase el apartado 3.1 del presente capítulo.

<sup>394</sup> Compárese la figura 3.1. con el esquema 1 de Martín Aceña y Comín (1991), pp. 130 y 131.

Permanente—, que se reunía con una periodicidad semanal. Esta última era el órgano real de decisión, puesto que la Junta de Gobierno sólo se celebraba dos veces al año, para aprobar la gestión de la Comisión Permanente y los programas de actuación<sup>395</sup>.

Durante los años cuarenta y parte de los cincuenta la Comisión Permanente siempre estuvo integrada por las mismas personas:

- J.A. Suanzes como Presidente del PJC,
- M. Soto Redondo como Vicepresidente del PJC,
- M. Lora Tamayo como Secretario del PJC,
- A. Fernández Avila como presidente del IR Trabajo del PJC,
- J.M. Albareda como Secretario del CSIC,
- J.M. Torroja Miret como Interventor del CSIC y
- F. Sanz Orrio como Delegado Nacional de Sindicatos

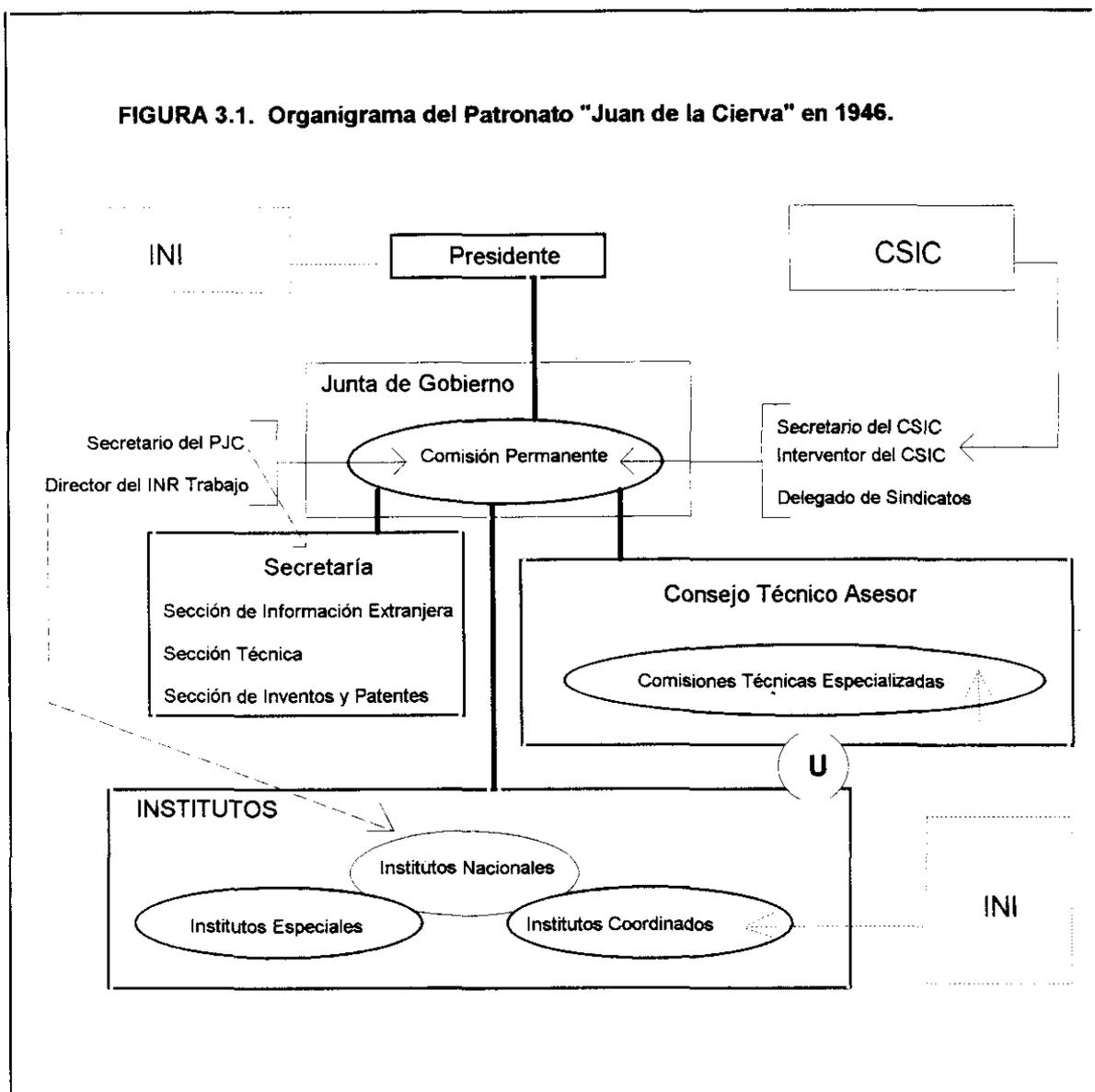
De la composición de la Comisión destacan dos hechos. Primero, que el peso de los institutos con solera del PJC —Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo (INR Trabajo) y ILT Quevedo— quedó muy afianzado desde el principio. Segundo, que la Comisión Permanente estaba sesgada, a través de Sanz Orrio y Fernández Avila, hacia los temas del desarrollo del estudio del factor trabajo y su mejor rendimiento a través de la organización científica del trabajo<sup>396</sup>.

---

<sup>395</sup> En la Junta de Gobierno estaban representados tres grandes grupos: a) instituciones de ámbito estatal (CSIC, INI y Consejo de Economía Nacional), b) administraciones provinciales y locales, tales como diputaciones y ayuntamientos —principalmente los de Madrid y Barcelona—, y c) corporaciones sociales (sindicatos verticales, colegios y las academias de ciencias). A los representantes de estos tres grupos se unían los miembros de la Comisión Permanente, que eran las personas claves en la organización del PJC.

<sup>396</sup> J.L. Herrero al centrarse en el estudio del INR Trabajo llega a la conclusión de que el INR Trabajo analizaba la organización científica del trabajo desde la perspectiva de "la organización general de la producción, en la que el Estado cumplía un papel fundamental como regulador del sistema." Esta concepción era cierta, y le venía al INR Trabajo del hecho de estar inmerso en un proyecto más amplio de industrialización —Herrero Castro (1990), p. 154—.

**FIGURA 3.1. Organigrama del Patronato "Juan de la Cierva" en 1946.**



Suanzes no acudiría asiduamente a la Comisión Permanente hasta enero de 1947. Cuando faltaba, su lugar era ocupado por Soto Redondo, pero, si surgían temas importantes en su ausencia las decisiones se aplazaban. En la Comisión Albareda era en realidad el único defensor de los intereses del CSIC, puesto que Torroja Miret era, además de interventor, director del ILT Quevedo del PJC. Aparte de Suanzes, sobresalió desde el principio la figura del Secretario, Lora Tamayo. De hecho, el pulso de la Comisión dependía de él. Este puesto no sólo fue esencial en la organización del

PJC, sino también en la del CSIC y en todas las iniciativas que el Ministerio de Educación ponía en práctica con respecto a la investigación tanto aplicada como básica.

El Secretario tenía a su disposición una oficina —la Secretaría de la figura 3.1— que creció rápidamente, de forma que en 1947 tenía ya una organización dividida en tres secciones<sup>397</sup>. Primero, en 1945, se había formado la Sección de Información extranjera, organizada por el bibliotecario y documentalista Hans Juretschke. Sus objetivos eran crear un centro de información sobre tecnología extranjera, abierto a todas las empresas del país<sup>398</sup>, y la redacción de informes sobre la institucionalización de la investigación en las naciones más avanzadas, y muy especialmente en EE. UU y Gran Bretaña<sup>399</sup>. Con el tiempo esta sección acumularía tal cantidad de revistas y conexiones internacionales, que se convertiría en un instituto por si solo: el Centro de Información y Documentación (CID). Después se sumaría la Sección Técnica dirigida por A. Ipiens Lacasa. Esta sección estaba encargada de coordinar la actividad de las distintas partes del PJC, controlar las becas generales —la mayoría de las becas procedían de los propios institutos y no de la organización central del PJC— y publicar la *Revista de Ciencia Aplicada*, cuyo director era J. Castañeda Chornet<sup>400</sup>. Con la agregación, en 1947, de la Sección de Inventos y Patentes la organización inicial de la Secretaría quedó concluida.

Entre 1946 y 1950 la actuación de la Comisión Permanente estuvo en función del Consejo Técnico Asesor (figura 3.1.), organismo de estudio y asesoramiento que contaba con integrantes de la universidad, las escuelas de ingeniería, otros centros

---

<sup>397</sup> PJC JG 15-7-47.

<sup>398</sup> En la memoria de 1947 se decía que era el germen de la "futura gran Biblioteca especializada que ha de ser puesta al servicio de la técnica nacional" CSIC, 1948, p.7.

<sup>399</sup> La primera publicación fue *Hacia una nueva organización científica en los Estados Unidos* —PJC (1947)—, luego vino otra sobre Gran Bretaña —PJC (1949b)— y una más que incidía especialmente en el estudio de la productividad en EE. UU. —PJC (1953)—.

<sup>400</sup> J. Castañeda aparte de ser el director de la revista era miembro del INR Trabajo, a lo que habría que sumar su labor como profesor de la Facultad de CC. Económicas y Empresariales. Sin embargo sus artículos en la revista no tuvieron un talante especialmente economicista, más bien esta tarea estaba reservada a J.L. Sampedro, quien en ninguno de sus escritos fue crítico con el industrialismo .

estatales de ciencia y tecnología, así como personas ligadas al INI. Estaba compuesto por 20 miembros entre los que destacaban J. Planell (INI - ENCASO), F. Lafita (Director del INTA), J. Otero Navascués (I Optica - LTIEMA - ENOSA) y J. Marcilla (antiguo director del CIV de la FNICER)<sup>401</sup>. La misión principal del Consejo Técnico era escrutar las necesidades científicas, tecnológicas e industriales del país. Para ello iba creando las Comisiones Técnicas Especializadas (CTE) con carácter temporal<sup>402</sup>. Además, controlaba los informes trimestrales de los institutos y proponía a los expertos que debían enjuiciar los inventos presentados por particulares para ser ensayados en el PJC.

Las funciones de las CTE eran<sup>403</sup>:

- a definir los problemas de investigación técnica,
- b estudiar la relevancia económica de los proyectos,
- c plantear los centros que debieran crearse, e
- d inventariar los centros existentes relacionados con los problemas y proyectos definidos<sup>404</sup>.

Las CTE tuvieron la virtud de detectar carencias en técnicas básicas en las que había que partir de cero, es decir, en las que había que empezar formando a los investigadores. En ocasiones la escasez era tan absoluta que alguno de los propios miembros de la CTE debía nombrarse director o secretario interino de alguno de los nuevos institutos —esto está representado en la figura 3.1 por el símbolo U de unión

---

<sup>401</sup> PJC JG 19-8-45. Para comprender esta cita véase el apéndice Fuentes.

<sup>402</sup> Cada CTE permanecía activa hasta que sus recomendaciones eran estudiadas por la Comisión Permanente. Sólo en contadas ocasiones una CTE volvió a ponerse en funcionamiento por segunda vez. Por ejemplo, en 1949 se decidió reunir de nuevo a la CTE de Química Aplicada para suscitar diferentes temas de trabajo —PJC CP 5-10-49—

<sup>403</sup> Las funciones del CTA aparecen en la PJC JG 19-8-45 y en las PJC CP 11-8-46; PJC CP 30-9-46 y PJC CP 30-10-46.

<sup>404</sup> PJC JG 19-7-45.

Las actividades de las CTE en los primeros momentos fueron esenciales para fijar las prioridades en las líneas de investigación. El número de participantes en cada CTE era variable (entre 5 y 10 personas), y dependía de la amplitud del tema de estudio. Entre sus componentes hubo miembros del INI, pero no como representantes explícitos de éste, sino como expertos conocedores de los problemas de determinadas ramas de la actividad económica. Es por esta razón, por la que no es extraña la coincidencia del PJC con el INI a la hora de señalar los proyectos, bien industriales, bien tecnológicos, que debían acometerse. Pero, además, esta idea se refuerza al saber que las primeras CTE, que se formaron en 1945, fueron propuestas, tanto en lo referente al tema como a los participantes, por el propio Suanzes<sup>405</sup>.

Las CTE iniciales fueron las de:

- Combustibles, dirigida por J. Planell,
- Mineralogía y Metalurgia, dirigida por A. Lafont,
- Química Forestal, dirigida por S. Robles (Director General de Montes),
- Aprovechamiento Industrial de Productos del Mar, dirigida por P. Díez de Rivera,
- Fertilizantes y Aprovechamiento Industrial de Productos del Campo, dirigida por J. Marcilla y con A. Robert como uno de sus vocales,
- Aceite, dirigida por D. Martín Sanz y,
- Organización Industrial y Normalización, dirigida por D. Martín Balzola.

A estas se añadiría después la de Química Aplicada, dirigida por A. Rius Miró y la de Física Aplicada dirigida por J.M. Otero Navascués, que a su vez daría origen a la CTE de Mecánica Experimental (dedicada a proyectiles y electrónica<sup>406</sup>).

---

<sup>405</sup> PJC JG 19-8-45. En el presente apartado se exponen algunas conexiones entre el PJC y el INI vistas desde la información que se desprende de las fuentes documentales del PJC. En el apartado 4.4.1 del capítulo cuarto se vuelve a este tema, pero desde la perspectiva de la información de las fuentes documentales del INI.

<sup>406</sup> PJC CP 6-12-46

La coincidencia de objetivos no era lo único que hacía afines al INI y al PJC. La manera de organizarse de una y otra institución era similar. En el INI la Dirección Técnica operaba de igual manera que el Consejo Técnico Asesor en el PJC. En ambos casos se trataba de grandes "incubadoras", bien de empresas en el caso de la Dirección Técnica del INI, bien de los Institutos en relación al Consejo Técnico Asesor del PJC. Es en estas instituciones donde surgieron las entidades temporales que dieron lugar, o no, a empresas o institutos. En la Dirección Técnica del INI fueron las Comisiones Gestoras las que derivaron en empresas, mientras que en el PJC fueron las CTE las que originaron institutos<sup>407</sup>. Esta similitud en la organización no sólo es fruto de que Suanzes hubiera diseñado tanto una institución como la otra, o que incluso hubiera designado hasta los componentes y directores de una y otra. Para empezar, tenían un precedente común en la Comisión de Estudios sobre los Hidrocarburos Nacionales creada en noviembre de 1938 por decreto del Ministerio de Industria y Comercio siendo ministro Suanzes<sup>408</sup>. Además, los procesos de creación de algunas empresas del INI y la aparición de algunos institutos del PJC se dieron al unísono, como si se tratase de un proyecto común. Las coincidencias incluso condujeron a que en dos casos, en el de la CTE de Mecánica Experimental y en el de la CTE de Electrónica, las CTE se denominaran Comisiones Gestoras como en el INI<sup>409</sup>. Esto podría tratarse de un simple error de denominación, pero hubo casos en los que los directores de empresas o secciones del INI coincidieron con los de consejeros y directores de institutos del PJC, como en el IN Combustible con ENCASO, el CE Frío con la Red Frigorífica Nacional, el D Óptica con ENOSA y la DII Piritas con Piritas Españolas S.A.

La conexión entre el INI y el PJC no era una mera derivación de su presidencia común. INI y PJC estaban unidos en sus estructuras, sobre todo justo en los

---

<sup>407</sup> Por ejemplo, de la CTE de Fertilizantes y Aprovechamiento Industrial de Productos del Campo se crea la Sección de Fermentaciones Industriales (S Fermentaciones) dirigida por J. Marcilla —PJC CP 20-3-47—.

<sup>408</sup> Ballester (1993), p. 105 y 106.

<sup>409</sup> PJC CP 20-1-47.

momentos en los que nacían las empresas. Los informes de las CTE en estos años denotan una comunidad de intereses con los del INI. Un caso representativo puede ser aclaratorio. En 1946 el dictamen de la CTE de Química Aplicada señalaba las actuaciones a llevar a cabo que coinciden con algunos proyectos del INI<sup>410</sup>:

- Incidir en la sustitución de importaciones de plásticos, cianuros sintéticos, vainillina, ácido cítrico, aleaciones especiales para resistencias e imanes y vidrios especiales.

- Aumentar el aprovechamiento de residuos de celulosa de patata, harina y aceite de pescado, minerales (por el método de flotación), obtención electrolítica de cinc y níquel.

- Mejorar los procedimientos de producción en preparación de hormonas vegetales, producción de siliconas, fabricación de aceros especiales y ferroaleaciones, control de la corrosión, elaboración de emulsiones de pintura y análisis espectrofotométricos y químicos.

- Normalizar y fijar características y calidades de esencias, harinas y guanos de pescado, gasolinas y petróleos, materias primas para industria conservera y productos químicos en general.

Si se admite la comunidad de intereses entre el INI y el PJC, tema sobre el que se volverá a incidir en el capítulo siguiente, cabe entonces preguntarse en que medida la existencia del PJC se debía al INI, o lo que es lo mismo, el porqué del PJC.

### El PJC entre el CSIC y el INI.

Sería muy sencillo, pero no por ello falso, decir que el PJC existió porque se necesitaba institucionalizar la ciencia aplicada para crear los vínculos necesarios entre

---

<sup>410</sup> PJC CP 18-12-46

la tecnología y la industria. Sin embargo, su éxito en este cometido no se consiguió<sup>411</sup>. Ahora bien, si integramos al PJC en el proyecto de industrialización liderado por Suanzes, entonces nuestro punto de vista debe cambiar, ya que la razón de ser y el éxito del PJC, desde esta perspectiva, estarían ligados a los objetivos y logros del proyecto de industrialización basado en la sustitución de importaciones en su conjunto.

He partido de este supuesto porque de lo contrario sería muy simple exponer la retahíla de intenciones que tenía el PJC, según sus reglamentos y las declaraciones de sus dirigentes, para luego concluir que, como la mayoría no se cumplieron, el PJC fue un fracaso. Sin embargo, el análisis de los propósitos del PJC tiene que ser algo más sutil.

Lo primero que hay que decir de los objetivos del PJC es que estaban limitados por las directrices del CSIC y del INI. Ello se capta en las fuentes documentales desde el principio. En el reglamento de 1949 el PJC tenía "encomendadas las misiones investigadoras de carácter técnico e industrial con sujeción a las directrices fundamentales de unidad de la ciencia y servicio al interés nacional."<sup>412</sup> La "unidad de la ciencia" era un concepto repetido en los documentos fundacionales del CSIC. Lo mismo cabría decir del "interés nacional" con respecto al INI. Lo que significaban estas dos nociones para el PJC era que, debía realizar su investigación siguiendo la regla del "interés nacional" que marcaba el INI, pero que en ningún caso debía especializarse en la consecución de este objetivo, como para desligarse de la ética científica que señalaba el CSIC. Esa ética se basaba en los principios del catolicismo entendidos como barreras que no se podían transgredir. En ciencia había dos situaciones en las que se daba la contravención: primera, cuando se utilizaban principios teóricos que estaban en oposición a los dogmas de la fe —la evolución de

---

<sup>411</sup> El análisis de este fracaso se presenta en el capítulo quinto.

<sup>412</sup> CSIC (1949b), CAP. 1º Artículo 1º p. 7.

las especies, psicoanálisis y teoría de la relatividad—, y segunda, cuando un proyecto científico y tecnológico implicaba una reforma social —agraria, laboral y de la propiedad—. Con estas sujeciones los objetivos del PJC se reducían a investigar desde la perspectiva técnica las posibilidades específicas del país de explotar al máximo sus riquezas y aumentar su aprovechamiento sin transgredir la "unidad de la ciencia", y sin plantear un nuevo "discurso civil" en la ciencia y la tecnología, como el existente con anterioridad a la guerra.

Para llevar a cabo este propósito el PJC siguió dos estrategias de crecimiento que no contraviniesen las directrices del CSIC y del INI: por una parte agrupar por medio de la coordinación y absorción los centros de investigación ya existentes —en conjunto núcleos de la universidad, de los ministerios y del mismo CSIC—, y por otra crear nuevos institutos, bien de tipo general —dedicados a las ramas fundamentales de la ciencia—, bien especializados —destinados a resolver problemas técnicos aplicados a la industria—.

La estrategia de absorción tuvo en la Junta Coordinadora de Patronatos del CSIC el mecanismo más eficaz. Creada en marzo del año 1946, amplió las posibilidades de los institutos del PJC para hacerse con las parcelas más activas del CSIC. Inicialmente se encargó de distribuir el 10 % del presupuesto del PJC hacia las investigaciones aplicadas dentro del CSIC. Este mecanismo, puesto en práctica para "asegurar vocaciones en las ciencias básicas", actuó en realidad como un elemento de absorción de las secciones más dinámicas de los institutos del CSIC. En 1947 se fijaron los primeros acuerdos<sup>413</sup>:

- Formar la Sección Fermentaciones Industriales (S Fermentaciones) a partir del Instituto de Microbiología General, y

---

<sup>413</sup> PJC JG 15-7-47.

- Establecer la Sección de Plásticos (S Plásticos) en el Instituto de Química "Alonso Barba".

La otra estrategia se basó en un programa de creación de Institutos Generales o Nacionales. Se proyectaron cuatro partiendo del ejemplo del INR Trabajo: el de Química , el de Física, el de Electricidad y el de Mecánica<sup>414</sup>. Lo cierto es que la evolución de los institutos del PJC fue dictando su mayor o menor relevancia, de modo que al poco tiempo habían desaparecido de hecho, aunque no de nombre, aquellas distinciones entre institutos generales y especiales. La única diferencia real estaba entre los coordinados, como el CI ENCASO o el I Forestal, y el resto .

---

<sup>414</sup> PJC CP 30-7-46.

### 3.3.3 El desarrollo institucional del Patronato "Juan de la Cierva" en los años cincuenta.

En 1950 empieza una segunda fase caracterizada por la aprobación del nuevo reglamento de la institución, la constitución de las CTE de Investigaciones Textiles, de Material Científico y la reapertura de la de Química Aplicada y la reestructuración de varios institutos, en especial del ILT Quevedo<sup>415</sup>. En este momento Suanzes consideró que la organización del Patronato y la formación del personal investigador —en el PJC en 1950 trabajaban 550 personas— ya eran satisfactorios como punto de partida para crecer a partir de ese año de una forma regular:

habrá que suponer —no veo otras razones de mayor peso— que se trata de un fenómeno de madurez. Tal vez, al transcurrir los cinco años, ha pasado el período mínimo —el tiempo, en sus efectos, es implacable—, en el que una tarea de este tipo pueda fructificar, y entonces quiere decir que estamos recogiendo los primeros frutos de una labor bien intencionada.<sup>416</sup>

Una año después Suanzes —con unas 650 personas trabajando en el PJC— vuelve a incidir en la idea, pero ahora la justifica señalando que la clave está en el capital humano acumulado "hay hombres, hombres de todas las edades y en todas las etapas y fases, desde las de formación, hasta las de pleno rendimiento y Dirección."<sup>417</sup>

El PJC seguía creciendo gracias a la labor de sus CTE. Se constituyó en 1951 la CTE de Energía Eólica en coordinación con el INI<sup>418</sup>. Al año siguiente esta CTE estudió el establecimiento de plantas piloto de acuerdo con el INI. Ese mismo año, 1952, se creó la CTE que dictaminaría sobre la organización de un Instituto del Vino y

---

<sup>415</sup> PJC CP 1-1-50, JG 19-7-50 y PJC CP 24-7-50.

<sup>416</sup> CSIC - PJC, 1951, p. 21.

<sup>417</sup> CSIC, 1952, p. 33.

<sup>418</sup> Se nombra a Luis de Azcárraga (Director General de Protección de Vuelos) presidente de esta CTE —PJC JG 19-7-51—.

de las Fermentaciones<sup>419</sup>. En cierta manera era resucitar el CIV de la FNICER, pero el proyecto no terminó de cuajar.

Aunque la situación era buena Suanzes estimó que, tal vez por ello, había que "revisar en su conjunto las directrices de trabajo que siguen los Institutos; las normas adoptadas para la mejor formación de personal; y, en definitiva, cuanto pueda ser de mayor interés para su mejor funcionamiento."<sup>420</sup> Propuso iniciar para el año siguiente, 1953, una serie de reuniones de la Comisión Permanente con el objetivo de reforzar el PJC en los siguientes aspectos:

1º Procedencia de continuar con los temas de trabajo propuestos y en su defecto nuevas direcciones que aconsejarían seguir, en relación al objeto del Patronato.

2º Estado actual de la formación de personal investigador de los institutos y direcciones que deben darse a ese aspecto de su labor, si aquella no alcanzó en calidad y cantidad el grado necesario para un eficaz desarrollo del trabajo y como garantía de una continuidad en el futuro de las investigaciones.

3º Medios que juzgan necesarios los Ponentes para alcanzar la mayor eficiencia en su conocimiento de la marcha de cada instituto y poder colaborar con éste en la mejor comprensión de los designios del trabajo del Patronato.<sup>421</sup>

En 1953 empezaron los estudios para renovar los campos de investigación de los institutos del PJC. Independientemente de las consideraciones de las memorias que se redactaron, el PJC siguió adelante con sus CTE de Química Aplicada, de Energía Eólica y de Investigación Textil<sup>422</sup>. Al año siguiente la Comisión Permanente señaló que estas CTE se estaban convirtiendo en auténticos institutos, hasta el punto que la de Investigación Textil había convocado tres becas de formación en el

---

419 PJC JG 17-8-52.

420 PJC CP 24-11-52.

421 PJC CP 24-11-52.

422 La CTE de la Investigación Textil se radicó en Cataluña. Estaba formada por: J. Pascual Vila, P. Gual Villalbi (Secretario General de Fomento del Trabajo Nacional) y A. Sala Amat (Presidente del Patronato de la Escuela de Ingenieros Textiles de Tarrasa) —PJC CP 13-2-53—.

extranjero<sup>423</sup>. Al final del año se constituyó una CTE más, la de Investigaciones Metalúrgicas<sup>424</sup>.

Sin embargo, el PJC tuvo que hacer frente a tres problemas de índole institucional: la defunción de algunos de sus miembros más carismáticos, las consecuencias de la anterior política de absorción de institutos y las dificultades para crecer a partir de las CTE.

Al final del año 1954 el PJC empezó a sufrir una "crisis biológica". Algunos de sus protagonistas fallecieron. Primero J.M. Fernández Ladreda, que había sido vocal de la Junta de Gobierno y del Consejo Técnico Asesor, además de Presidente del IN Electrónica, segundo J.M. Torroja Miret director del ILT Quevedo y miembro de la Comisión Permanente<sup>425</sup>. A mediados del año siguiente dos miembros importantes de la Junta de Gobierno también fallecieron: J. Vigón Suerodíaz (Jefe del Alto Estado Mayor) y J.M. Zumalacárregui (Presidente del Consejo Nacional de Economía). El PJC se enfrentó a un cambio generacional cuyo primer efecto fue una relajación de los principios que habían guiado el crecimiento de la institución hasta aquel momento.

El segundo problema derivó de la política anterior de absorción de institutos del CSIC, la cual condujo a que se fraguasen los proyectos de incorporación de centros, justo cuando el PJC sufría un estancamiento de sus presupuestos y sus directrices no estaban claramente definidas. A principios de 1955 la Comisión Permanente aprobó el ingreso de los institutos de Óptica, Química y Electricidad encuadrados anteriormente en el Patronato "Alfonso el Sabio" del CSIC<sup>426</sup>. En los tres casos el proceso de absorción por parte del PJC, iniciado con las subvenciones a las investigaciones

---

<sup>423</sup> PJC CP 11-3-54.

<sup>424</sup> PJC JG 17-12-54.

<sup>425</sup> En lugar de J.M. Torroja en la Comisión Permanente entró A. Rius Miró —PJC JG 13-7-55—.

<sup>426</sup> PJC CP 23-3-55.

básicas del CSIC, había conducido a una dependencia económica muy notable de estos institutos para con el PJC.

De los informes se deduce que el Instituto de Química "Alonso Barba" fue derivando de la investigación básica a la aplicada, hasta el punto de que en 1955 el 80 % de su actividad era de carácter aplicado y en su mayor parte realizada con subvenciones del PJC. De hecho, la no pertenencia de este instituto al PJC era un tanto paradójica, ya que desde mediados de los años cuarenta había sido una "mina" de institutos para el PJC, que había corrido con los gastos de algunos de sus departamentos, como el D Plásticos y el Departamento de Química Vegetal (DQ Vegetal), hasta que se incorporaron plenamente al "Juan de la Cierva". Igual le sucedió al Instituto de Óptica "Daza Valdés", para el que la investigación aplicada suponía en 1955 un 70% de su actividad. Por su parte, la incorporación del Instituto de Electricidad fue un hecho que tenía que haberse realizado mucho antes, pero que por motivos personales y burocráticos no se llevó a cabo hasta aquel momento<sup>427</sup>.

Desde mediados de los años cincuenta la debilidad del PJC para crecer institucionalmente, es decir para poner en marcha nuevos institutos, era evidente. Los trabajos de las CTE en funcionamiento no terminaron de fraguar. De hecho el informe de la CTE de Investigaciones Metalúrgicas ya no proponía la creación de instituto alguno, lo juzgaba innecesario frente a la más oportuna formación de una Junta que aprovechara la nueva situación internacional:

a) Una junta podría canalizar las "posibilidades por parte de España para ampliar su horizonte de colaboración con otros países, especialmente con los EE.UU."<sup>428</sup>

---

<sup>427</sup> Para más información véase el apartado 5.3 del capítulo quinto.

<sup>428</sup> PJC CP 23-3-55.

b) No existía personal en la cuantía necesaria como para aventurarse en crear un instituto de metalurgia.

c) Una junta podía centralizar los resultados del grupo de centros que trabajan en el tema: INTA, JEN, IH Acero, I. Soldadura y otros organismos oficiales (en el INI) y privados (empresas).

Las nuevas CTE que se crearon, como la CTE del Embalaje y la CTE de la Construcción Naval, terminaron también sin poder dar origen a institutos, aunque se buscó el apoyo del INI y de otros organismos del Estado. Tan sólo la CTE de la Energía Eólica tuvo fuerza suficiente para consolidarse<sup>429</sup>.

Desde mediados de los años cincuenta el PJC había perdido su fuerza para crear institutos a partir de las CTE. La institución se estaba estancando por este lado, así que se propuso ampliar la actividad desde dentro de los institutos existentes, pero la realidad era que los objetivos marcados a finales de los años cuarenta por las CTE se antojaban ahora demasiado amplios, alejados del desarrollo de la ciencia básica internacional y desconectados de los derroteros tomados por los planes de industrialización. Ante este panorama Lora Tamayo decidió que los institutos formularan sus propios programas de investigación a realizar en cinco años, para "tratar de ir preparando el camino para una auténtica programación quinquenal de la investigación en España dentro de las especialidades que se cultivan."<sup>430</sup> El PJC se encontraba en plena crisis como institución. Había perdido el rumbo inicial y los problemas de financiación estaban acuciando su propia permanencia, tal como se desprende del capítulo siguiente.

---

<sup>429</sup> PJC JG 27-12-56. La CTE de Energía Eólica solicitó iniciar investigaciones en energía solar en las instalaciones que tenía en Las Rozas (Madrid) —PJC JG 22-12-55—.

<sup>430</sup> PJC CP 23-10-57.

**ABRIR TOMO II**

