

OBSERVACIONES DE BUENAS PRACTICAS EN LOS SISTEMAS DE INNOVACION

TENDENCIAS
TECNOLÓGICAS
EN EUROPA.
ANÁLISIS DE LOS PROCESOS
DE PROSPECTIVA

TENDENCIAS
TECNOLÓGICAS EN
EUROPA.
ANÁLISIS DE LOS PROCESOS
DE PROSPECTIVA

OBSERVACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS EN LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN

TENDENCIAS
TECNOLÓGICAS EN
EUROPA.
ANÁLISIS DE LOS PROCESOS
DE PROSPECTIVA

FUNDACIÓN COTEC PARA LA
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

© Copyright:

Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica
Plaza del Marqués de Salamanca, 11, 2.º izquierda
28006 Madrid
Teléfono: (+34) 91 436 47 74. Fax: (34) 91 431 12 39
<http://www.cotec.es>

Colaboración técnica en la publicación:
Jesús Esteban Barranco

Diseño:
La Fábrica de Diseño, S. L.
José Marañón 10, 1.º derecha
28010 Madrid

Maquetación, composición e impresión:
Gráficas Arias Montano, S. A.
Ctra. de San Martín de Valdeiglesias, km 4,400
Polígono Industrial 6 de Móstoles
C/ Puerto Neveros, 9.
28935 Móstoles (Madrid)

Información y pedidos:
Cotec

ISBN: 84-95336-30-8
Depósito Legal: M. 36.476-2003

Índice

Presentación	9
1. Introducción	11
2. Consideraciones generales sobre la realización de análisis de prospectiva	17
2.1. Definiciones de partida	20
2.2. Tipologías posibles: factores básicos y características diferenciadoras	21
2.2.1. Tipologías según las características de la organización que la realiza	21
2.2.2. Tipologías según el nivel al que se aplica	21
2.2.3. Tipologías según los objetivos	22
2.2.4. Tipologías según el horizonte temporal	22
2.2.5. Tipologías según la metodología del trabajo	22
2.2.6. Tipologías según las fuerzas internas que existen	23
2.3. Consideraciones sobre factores existentes en algunos estudios	24
3. Etapas históricas. Principales países que iniciaron este tipo de análisis. Breve detalle de sus resultados	27
3.1. Resultados previos a 1980	29
3.1.1. Estados Unidos. Primeras experiencias	29
3.1.2. Japón. STA: Previsión a treinta años	29
3.2. Posteriores a 1980 y previos al inicio de la década de 1990	31
3.2.1. Francia	31
3.2.2. Suecia	31
3.2.3. Otros entornos	31
4. Ejercicios desarrollados hasta finales de la década de 1990	33
4.1. Reino Unido	36
4.2. Holanda	39
4.3. Alemania	41

4.4. Francia	44
4.5. Suecia	47
4.6. Austria	49
4.7. Finlandia	51
5. Análisis comparado de los cinco países más significativos que han realizado este tipo de estudios en la Unión Europea	53
5.1. Explicación del método adoptado	55
5.2. Comparación general de grandes bloques de tecnologías	59
5.2.1. Estructura del planteamiento de Gran Bretaña	59
5.2.2. Estructura del planteamiento de Holanda: comparación con el de Gran Bretaña	62
5.2.3. Estructura del planteamiento de Francia: comparación con el de Gran Bretaña	63
5.2.4. Estructura del planteamiento de Alemania: comparación con el de Gran Bretaña	63
5.2.5. Estructura del planteamiento de Suecia: comparación con el de Gran Bretaña	63
5.3. Comparación individualizada de las grandes líneas tecnológicas	65
5.3.1. Consideraciones generales	65
5.3.2. Materiales-Química	66
5.3.3. Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones	69
5.3.4. Tecnologías de la Vida-Salud-Agroalimentación	72
5.3.5. Energía-Medio Ambiente	74
5.3.6. Construcción-Infraestructura-Hábitat	76
5.3.7. Transportes-Aeronáutica	78
5.3.8. Ingeniería de Procesos y Gestión	80
5.3.9. Bienes y Servicios de Consumo	82
6. Resumen de conclusiones del análisis comparado anterior	85
6.1. Consideraciones generales	87
6.2. Conclusiones generales obtenidas del ejercicio realizado	88
7. Nuevas tendencias de análisis prospectivo. Predominio de los aspectos sociales sobre los tecnológicos	93
7.1. Consideraciones generales	95
7.2. Consideraciones sobre el análisis del estudio sueco	97

7.3. Consideraciones sobre el proyecto alemán FUTUR	99
7.4. Consideraciones sobre el análisis del estudio británico	108
7.4.1. Envejecimiento de la población	109
7.4.2. Prevención del crimen	109
7.4.3. Fabricación	110
7.4.4. Alimentación	111
7.4.5. Salud	112
7.4.6. Energía	113
7.4.7. Construcción	114
7.4.8. Información y Comunicaciones-Materiales	115
8. Conclusiones y recomendaciones para futuros análisis	117
8.1. Resultados de carácter general	121
8.2. Resultados de carácter particular	123
8.3. Conclusiones generales	125
8.4. Síntesis final	127
9. Bibliografía	129

Presentación

El Informe «Tendencias tecnológicas en Europa. Análisis de los procesos de prospectiva», que Cotec publica en su Colección Observaciones de Buenas Prácticas en los sistemas de innovación, es el resultado de un trabajo original e innovador que compara los resultados obtenidos en los estudios de prospectiva tecnológica realizados por cinco de los países más avanzados de Europa.

Desde hace más de veinte años, la mayoría de los grandes países industrializados del mundo han realizado ejercicios de prospectiva tendentes a determinar las grandes líneas por las que se moverán las diferentes tecnologías en un futuro más o menos lejano. Entre los enfoques adoptados, en principio diferentes en cada entorno, se encuentran desde planteamientos generales, con inclusión de la mayor parte de los segmentos tecnológicos, hasta visiones particulares adaptadas a los condicionantes concretos de cada país. Casi todos ellos han sido realizados de manera, en principio, independiente y ajenos a los resultados del resto. El presente estudio se introduce en el contenido tecnológico de los análisis prospectivos llevados a cabo por Gran Bretaña, Francia, Alemania, Suecia y Holanda y compara sus conclusiones gracias a una nueva técnica que se ha denominado «polígonos tecnológicos».

En un análisis detallado de los resultados obtenidos por cada entorno, y atendiendo más a los aspectos técnicos que a la forma de llevar a cabo el análisis, puede apreciarse la existencia de concordancias muy significativas entre unos estudios y otros, alcanzándose en todos ellos similares conclusiones sobre las tecnologías. Se plantean una serie de consideraciones sobre las razones de este hecho, que llevan a poner en duda si está justificado emprender, incluso en el ámbito internacional, tan elevado número de estudios con este mismo fin.

Este trabajo es uno de los realizados en el marco de colaboración entre la Academia Europea de Ciencias y Artes y Cotec, encaminados a conocer mejor la situación de la innovación tecnológica de los países de la Unión Europea, objetivo que comparten ambas instituciones.

Los autores de este trabajo, el Profesor José Antonio Martín Pereda, Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid y la Profesora Ana González Marcos de la misma Universidad, han alcanzado los objetivos que Cotec y la Academia Europea de Ciencias y Artes se habían propuesto y han creado esta nueva metodología que presenta los resultados de una forma cómoda y sugerente para el lector. Nuestra

profunda gratitud para ellos por este inestimable trabajo que, con toda seguridad, creará escuela en futuros análisis comparados de este tipo. Los autores desean que conste su agradecimiento al ingeniero D. Antonio Hurtado por su ayuda en la búsqueda de la ingente bibliografía existente en este campo.

Madrid, julio 2003

1

Introducción



La bibliografía existente en la actualidad relativa al campo de la Prospectiva Tecnológica ha crecido de manera significativa en los últimos diez años. De ser un terreno en el que unos muy contados países realizaban algún tipo de análisis, con grupos muy reducidos de profesionales, se ha pasado a una situación en la que el número de entornos que realizan tareas que se autodesignan con ese calificativo se ha incrementado en varios órdenes de magnitud. Muy pocos son los países, tanto del grupo de los que consideramos como desarrollados como de los que se encuentran en vías de serlo, que no puedan presentar algún estudio de este tipo. Muy pocas son las grandes empresas o industrias que, para su uso interno, no llevan a cabo también análisis que, una vez más, denominan estudios de Prospectiva Tecnológica.

La literatura a que ha dado lugar esa bibliografía es, quizás, mucho más abundante aún que la de los documentos que se dedican a analizar. Desde artículos y ensayos en revistas especializadas, hasta exposiciones en conferencias nacionales, regionales o internacionales, un sinfín de análisis de expertos que trabajan en estos temas exponen los pros y los contras de las diferentes metodologías empleadas en cada ocasión. Se comparan las técnicas empleadas y se refutan o aseveran los resultados obtenidos en cada caso. Uno de los principales problemas que tiene tan abundante literatura es que es prácticamente imposible asignar a un conjunto de opiniones la calificación de «aceptadas por todos». Cada país ha empleado su propia técnica de trabajo, cada país se ha fijado sus propios objetivos futuros y cada grupo de expertos de cada país ha obtenido, de la metodología tomada, sus propios resultados en apariencia diferentes. Gracias a todo ello, las posibilidades de seguir realizando análisis prospectivos siguen abiertas y cualquier entorno tiene la capacidad necesaria para llevarlos a cabo.

Uno de los primeros puntos que habría que considerar, si el objetivo del presente estudio fuera el de analizar los diferentes estudios prospectivos realizados en la Unión Europea, sería el de determinar cuáles de dichos estudios son verdaderamente estudios de Prospectiva Tecnológica y cuáles no lo son. Algunos de los trabajos realizados con ese nombre son, en realidad, análisis de tecnologías o estudios de qué tecnologías son las más idóneas para ser aplicadas de inmediato en un país con el fin de alcanzar un determinado objetivo. Afortunadamente para los autores de este trabajo, el objetivo es otro: es, simplemente, el de comparar los resultados tecnológicos obtenidos en los estudios realizados por los países de la UE que se han considerado más significativos y ver sus concordancias y sus disonancias; no es el de determinar qué metodología ha dado mejores resultados, ni qué aproximación tomada ha conseguido una interpretación más acorde con lo que el futuro podía representar. En suma, se trata de ver en cada uno de los estudios realizados, que tecnologías son las más importantes para el futuro y cómo se comparan con las obtenidas por los demás.

Algunas de las consideraciones sobre qué estudios son, realmente, Prospectiva Tecnológica y cuáles no lo son, fueran ya publicadas hace un tiempo por uno de los autores del presente estudio.¹ En él puede verse una pequeña revisión de cuáles eran las opiniones de algunos autores y en qué se diferenciaban unas perspectivas de otras. En el presente trabajo, en el segundo capítulo y a modo de síntesis, se recordarán algunos de los conceptos básicos que intervienen en esta actividad, más con ánimo recordatorio que de explicación. En los capítulos tercero y cuarto se pasará revista a las experiencias en prospectiva más significativas habidas en los últimos años, también con ánimo de asentar las bases para el trabajo realizado. No se detallarán sus características, ya que es algo que puede encontrarse sin ningún problema en la literatura existente.² De hecho, en la mayoría de los análisis prospectivos realizados, gran parte de sus primeros capítulos están dedicados a este tema. Por ello nuestra presentación será breve e intentaremos que también sea lo más sintética posible. A modo de complemento, introduciremos en algunos casos, transcripciones literales de los comentarios de algunos trabajos que hemos considerado importantes y que, en ocasiones, expresan mejor que lo podríamos hacer nosotros, algunas ideas sobre estos temas.

Los capítulos centrales de este estudio serán los capítulos quinto y sexto. En ellos se han analizado, desde un punto de vista puramente tecnológico, los resultados de cinco países de la Unión Europea: Gran Bretaña, Francia, Alemania, Holanda y Suecia. Su elección se ha debido a dos razones esenciales: los tres primeros son los que poseen un peso tecnológico más significativo en la UE y, al mismo tiempo, son los que poseen una mayor tradición en realizar este tipo de análisis, de una manera continuada, desde hace ya muchos años; los dos restantes se han tomado porque, a pesar de no ser países con dimensiones económicas y tecnológicas a la altura de los tres primeros, su situación científico-técnica es suficientemente importante para que su voz deba ser oída; además de ello, los estudios que han realizado, y que consideramos tienen una importancia significativa, tanto por su metodología como por los resultados obtenidos, sirven de referencia para lo que otros países de menor tamaño que los tres primeros pueden hacer.

El método de estudio podría considerarse, desde un punto de vista puramente formal, totalmente ortodoxo. Se han analizado todos y cada uno de los contenidos de los diferentes programas realizados y sus conclusiones, y se ha visto cuál

¹ J. A. Martín Pereda, «Prospectiva tecnológica». Una introducción a su metodología y a su aplicación en distintos países. Estudio, n.º 9. Colección Estudios. Cotec 1997.

² Quizás, uno de los análisis más completos que pueden encontrarse es el que aparece como Anexo en el estudio «Monitoring Foresight Activities», publicado en junio de 2001 por ESTO. El conjunto de tablas que se presentan en él, cada una realizada por un autor, dedicado a las características metodológicas de los doce países analizados, es un ejemplo de exposición completa de todas las actividades de prospectiva realizadas hasta ese momento en la UE. Únicamente le haría falta una visión unitaria del conjunto y un análisis de los resultados tecnológicos, en los que apenas incide, para ser un documento modélico.

les eran las características de sus resultados desde un punto de vista simplemente tecnológico. No hemos querido tocar los detalles particulares de cómo han llegado a ellos ni cuál ha sido su metodología de trabajo, puesto que eso ya ha sido estudiado profusamente por muchos otros autores y puede verse en la literatura.³ En nuestro análisis hemos podido alcanzar el resultado que se pretendía obtener, aunque no de una manera relativamente fácil por las razones que se expondrán en su momento. El principal problema se nos ha presentado en el momento de decidir cuál era la manera más clara de presentar estos resultados, y la forma adoptada ha sido hacerlo de una manera esencialmente gráfica basada en figuras poligonales que representan las diferentes tecnologías. Creemos que este tipo de representación global, para la comparación de resultados, es la parte más original del presente trabajo: ningún otro análisis en este campo presenta esta forma de representación. Una de las razones que nos ha movido a hacerlo ha sido que creemos es la más directa para comparar unos países con otros, para ver cuáles son los entornos en que los datos se tratan de igual manera y cuáles en los que se diferencian. La explicación concreta de todo ello se hará en los antedichos capítulos.

En el capítulo séptimo se presentará lo que, estimamos, es la nueva forma de realizar prospectiva y que ya no se centra en el análisis del futuro de las diferentes tecnologías como tema central, sino que tiene a la sociedad como eje prioritario de su actuación y cuáles van a ser sus demandas. La tecnología tiene aquí ya un papel subsidiario y aparece como soporte y no como fin. Los casos estudiados serán los de Suecia, Alemania y Gran Bretaña. Todos ellos han sido realizados en los últimos años del siglo XX y publicados, en su mayoría en los últimos meses de 2002. De hecho, el proyecto alemán solo ha publicado los resultados de cuatro entornos de actuación, quedando pendientes para los próximos meses la aparición de las restantes.

En las conclusiones, que cerrarán el presente trabajo, se hará una breve síntesis de los resultados obtenidos y, al mismo tiempo, daremos también nuestra opinión personal sobre cuál debería ser el futuro de este tipo de análisis. Igualmente dejaremos abierta la puerta a una relación de otros posibles análisis que podrían complementar al presente y que en algunos casos podrían suponer nuevos caminos, como las que se plantean en el capítulo séptimo, o acciones para su aplicación en entornos diferentes a los de países individuales como ha sido la tónica hasta hoy.

³ Véase, por ejemplo: J. P. Martino, «Technological Forecasting for Decision Marketing». McGraw-Hill. New York. 1993.

2

Consideraciones generales sobre la realización de análisis de prospectiva



El planteamiento de los mecanismos iniciales para la definición de políticas tecnológicas hecho por los diferentes países de la UE ha tenido raíces diferentes dependiendo de sus puntos de partida. Aunque el presente estudio no se centra en dichas políticas, sino en aquellas herramientas que, de forma paralela, se han llevado a cabo para el apoyo de las mismas, sí conviene hacer unas primeras consideraciones en este terreno, ya que, en cierta forma, han condicionado los planteamientos de las mismas.

Y el primer hecho diferencial que separa a unos países de otros es la tradición, existente o no en ellos, de tener una estructura establecida para la determinación de las prioridades. Países con larga tradición en este campo, como Gran Bretaña, Francia o Alemania, han dispuesto desde hace muchos años de mecanismos establecidos para fijar aquellas áreas consideradas esenciales para el desarrollo de sus estructuras y para satisfacción de sus necesidades. La prospectiva tecnológica que han podido llevar a cabo ha estado guiada, en cierta forma, por esas estructuras. De alguna manera, la prospectiva que han desarrollado ha tenido una cierta vocación de servir de apoyo a los planes de I+D que se pudieran plantear en los próximos años y, sólo en muy contadas ocasiones, ha servido para la definición de políticas de actuación inmediatas, esto es, de aquellas que habría que desarrollar a partir del momento en el que se finalizó el estudio prospectivo. Esta forma de actuación, por el contrario, ha sido común en aquellos otros países sin esa tradición de programación tecnológica.

Por ello y con el fin de diferenciar claramente unos enfoques de otros, es necesario dar, primero, unas definiciones que distingan los diferentes enfoques adoptados en este campo. Es muy usual ver designados diferentes planteamientos, sin apenas nada en común, con el mismo nombre de «prospectiva tecnológica». Para evitar estos posibles equívocos, las siguientes definiciones tratarán de establecer fronteras entre unas acciones y otras.

2.1 Definiciones de partida

Las definiciones que se van a plantear a continuación, aunque no expresamente planteadas de forma explícita en la literatura, sí gozan de un cierto consenso de aceptación entre todos los que trabajan en este entorno. De una manera general están basadas en el planteamiento de Gavigan y Cahill, de 1997. Los diferentes tipos de análisis tecnológico que pueden encontrarse son los siguientes:

1. Previsión tecnológica (*Technology Forecasting*):

Su fin es intentar prever el estado futuro de una tecnología y la extensión de su uso.

Su objetivo es la predicción probabilística de los futuros desarrollos tecnológicos.

2. Evaluación tecnológica (*Technology Assesment*):

Su fin es el análisis de las consecuencias de aplicar una determinada tecnología, incluyendo los efectos secundarios que puedan surgir.

Su objetivo es anticipar los impactos que puede tener en el futuro la aplicación de las tecnologías existentes y de las nuevas.

3. Prospectiva tecnológica (*Technology Foresight*):

Su fin es la determinación de las características de las tecnologías relacionadas con la demanda para futuros posibles, probables o deseados.

Su objetivo es la identificación de las prioridades actuales en Ciencia y Tecnología a la luz de las proyecciones hipotéticas de futuros desarrollos económicos y sociales.

Como puede apreciarse de estas definiciones, aunque en una primera interpretación puedan aparentar tener todas ellas como objetivo común el intento de determinar las tecnologías más apropiadas para ser desarrolladas en los próximos años, la realidad es bastante diferente.

2.2 Tipologías posibles: factores básicos y características diferenciadoras

La forma de realizar análisis de prospectiva ha diferido de forma drástica de unos países a otros y de unos organismos a otros. De una manera rápida, las distintas formas de llevarlo a cabo pueden diferenciarse de acuerdo con una serie de puntos que involucran a los factores puestos en juego.

2.2.1 Tipologías según las características de la organización que la realiza

Los principales entornos que se presentan son:

- Organismos dependiente del gobierno.
- Agencias asesoras independientes del sector público.
- Agencias con fondos académicos.
- Instituciones científicas profesionales o Academias Nacionales de Ciencia o de Tecnología.
- Asociaciones industriales.
- Departamentos científicos de compañías privadas.
- Agencias creadas específicamente para tal función.

2.2.2 Tipologías según el nivel al que se aplica

Esta clasificación está íntimamente relacionada con el origen de la iniciativa para desarrollar el ejercicio prospectivo. Ello se debe a que no siempre estos ejercicios parten de estructuras globales, sino que en ocasiones están desarrollados para satisfacer determinadas estrategias de entornos no necesariamente colectivos. Así aparecen entre los posibles interesados en el estudio desde entidades supranacionales, como por ejemplo la UE, a grandes empresas con políticas globales y que han de estructurar sus acciones en función de objetivos que puedan encontrarse en un único entorno, en una única actividad o en una única región geográfica. De acuerdo con estos planteamientos, los distintos niveles que pueden encontrarse son los siguientes:

- Holístico (nivel global o con un objetivo supranacional).
- Macro (nivel nacional).

- Meso (nivel de grupos de compañías generalmente ligadas por una actividad industrial o empresarial centrada en un sector productivo).
- Micro (nivel de compañía).

Cada uno de estos niveles se alimenta, o debería alimentarse, de los inferiores y, a su vez, servir de alimento a los superiores

2.2.3 Tipologías según los objetivos

Esta diferenciación está, en cierta forma, ligada a lo planteado en el apartado 1.1, en lo que se refiere al motivo por el que se lleva a cabo la prospectiva. Quizás, los diferentes objetivos que se intentan conseguir estarían más relacionados con las diferentes formas de realizar los análisis tecnológicos y que, como se vio antes, responden también a diferentes conceptos. De cualquier manera, dado que los resultados que aparecen en la literatura no aparecen diferenciados de acuerdo con las definiciones dadas anteriormente, sino que están mezclados unos con otros, parece también procedente establecer aquí esas diferenciaciones. Las razones que se presentan en los distintos análisis para su puesta en marcha, son las siguientes:

- Establecimiento de directrices.
- Determinación de prioridades.
- Generación de un consenso.

2.2.4 Tipologías según el horizonte temporal

Aunque todo ejercicio de prospectiva debería tener un objetivo a largo plazo, por las razones que se han apuntado antes —mezcla de intereses a la hora de realizar el ejercicio—, aparecen mezclados en diferentes horizontes temporales que están, en cierta forma, más ligados a los afanes inmediatos del organismo que encarga el estudio que a un interés abstracto de determinar posibles horizontes tecnológicos. De acuerdo con este planteamiento, las visiones que plantean los análisis existentes se dividen en:

- A corto plazo.
- A medio plazo.
- A largo plazo.

2.2.5 Tipologías según la metodología de trabajo

En este caso, las diferentes formas de abordar el estudio radican en los diferentes planteamientos y en las diferentes escuelas existentes. No ha habido un consenso generalizado para determinar cuál es la forma más idónea de llevar a cabo un

análisis prospectivo. Como se verá más adelante, los primeros estudios fueron hechos con técnicas tipo Delphi, por las que se preguntaba a una serie de expertos un conjunto de planteamientos y cuestiones en las que debían determinar su nivel de acuerdo con las mismas. Tras un número de rondas, las opiniones recogidas mostraban un cierto consenso entre los expertos consultados en determinados campos. En este método, que se ha seguido utilizando hasta la fecha, el resultado final ha sido por lo general una mezcla de opiniones tecnológicas asentadas y deseos de que un objetivo se llegase a alcanzar al cabo de un cierto tiempo. Esta técnica ha pasado de ser la usada casi exclusivamente a ser una más dentro del abanico de métodos seguidos. Los que se siguen hasta la fecha son los siguientes:

- Método Delphi.
- Planteamiento de un escenario y determinación de sus características tecnológicas y forma de alcanzarlas.
- Árboles de relevancia.
- «La Prospective» (método francés, que más adelante se comentará brevemente).
- Métodos cualitativos o cuantitativos, basados en datos objetivos como pueden ser la evolución de determinados temas en función del número de patentes o de artículos que aparecen en ellos.

2.2.6 Tipologías según las fuerzas internas que existen

En este caso vuelven a aparecer, como elementos básicos para el estudio, aquellos postulados que se plantearon al inicio del mismo. Aquí también, las circunstancias de cada entorno han marcado la iniciativa tomada. Las tendencias planteadas en cada momento han dependido del concepto que tenían los promotores del estudio sobre cuáles son las fuerzas principales que arrastran un desarrollo tecnológico. Es evidente que ninguna de ellas puede considerarse totalmente válida, pero sí con razones suficientes para el planteamiento adoptado. Los distintos modelos adoptados son los siguientes:

- El desarrollo tecnológico viene determinado por:
 - un impulso generado por la Ciencia y sus avances (*Science-push*), o
 - un arrastre ejercido por la demanda (*Demand-pull*).
- El avance tecnológico se genera:
 - de arriba abajo, o
 - de abajo a arriba.
- Las actividades tecnológicas parten:
 - de grupos interesados en dichas tecnologías, o
 - de grupos ajenos a las mismas.

2.3 Consideraciones sobre factores existentes en algunos estudios

Aunque no de una forma generalizada, en muchos de los estudios realizados los análisis efectuados se llevan a cabo con planteamientos que podrían considerarse ideales, en el sentido de que se dejan fuera de los mismos hechos que pueden determinar de manera drástica la validez o no de los mismos. Entre los errores que en ocasiones aparecen, se encuentran los siguientes:

- La creencia de que una nueva tecnología reemplazará a las previas y que esto sucederá de una forma relativamente rápida. La realidad es que las tecnologías que compiten, muy a menudo coexisten en un tiempo bastante dilatado.
- La creencia de que la nueva tecnología resolverá viejos problemas y suplementará a los sistemas tecnológicos existentes. La realidad es que la nueva tecnología muy a menudo constituye el substrato para sistemas completamente nuevos.
- La creencia de que la nueva tecnología funcionará como una panacea para diferentes problemas sociales. La realidad es que a veces generan nuevos problemas sociales.
- La dificultad para observar vínculos significativos entre diferentes campos de la tecnología en casos donde la combinación de campos es, precisamente, lo que ofrecerá mayores oportunidades de desarrollo.
- La no consideración de los aspectos económicos tanto para la adopción de nuevas tecnologías como para el mantenimiento de las actuales.
- Que la gente quede aprisionada por el espíritu de su tiempo, pensando que los grandes temas de hoy serán también los grandes temas de mañana.
- Que las consideraciones racionales económicas no son los únicos factores detrás de la elección de una nueva tecnología. A veces, consideraciones irracionales determinan dicha elección.
- Que la información en la que se basan los estudios de futuro muy a menudo son insuficientes. Un desarrollo tecnológico muy importante se realiza a veces de forma secreta, casi siempre en el sector militar.

Además de ello, aparece también un punto adicional que es preciso considerar. Este punto es que todos los estudios, deliberadamente, eligen escenarios que ignoran cualquier tipo de desastre, como guerras, bloqueos, acciones terroristas, epidemias, colapsos en el suministro de alimentos o energía que pueden alterar la economía nacional o mundial. La introducción de algunos de estos factores podría afectar al desarrollo (nacional o regional) en la forma de incrementos en los gastos militares o la implantación de barreras al comercio.

Debido a lo anterior, en algunas ocasiones se plantea la posible necesidad de entrar en detalles del futuro demasiado determinados para poder afrontarlo. A pesar de ello se puede avanzar un largo camino analizando los aspectos más globales.

Igualmente aparece un punto complementario: es necesario tener un conocimiento suficiente para estar preparado para andar por un camino que no se sabe seguro cuál es, así como para readaptar y cambiar en cada momento lo decidido.

3

Etapas históricas. Principales países que iniciaron este tipo de análisis. Breve detalle de sus resultados



3.1 Resultados previos a 1980

3.1.1 Estados Unidos. Primeras experiencias

Aunque Estados Unidos no va a ser objeto del presente trabajo, dado su carácter de ser el primer promotor de este tipo de estudios, vamos a hacer una mínima relación de sus estudios. Una breve síntesis de los primeros ejercicios realizados es la siguiente:

- Década de 1950: Primera predicciones de tecnología y desarrollo por parte de RAND por medio de escenarios Delphi.
- Década de 1960: Ejercicios de predicción tecnológica por el DOD (US Navy y USAF) y estudios de campo por COSPUP (astronomía y ciencias de la vida).

Estos ejercicios suministraron una panorámica del entorno y una plataforma de enseñanza para la industria y el gobierno. Únicamente reflejaban los intereses de la elite científica, fueron excesivamente académicos y muy extensos y costosos, ignorando las demandas económicas y sociales y sin identificar prioridades. Su impacto fue limitado.

3.1.2 Japón. STA: Previsión a treinta años

Igual que en caso de Estados Unidos, y únicamente con carácter histórico y por su papel de guía en cierto tipo de metodologías de análisis, presentaremos aquí los primeros trabajos realizados en este país. Además fue el primero en disponer de resultados de un análisis de prospectiva a largo plazo.

Su fin inicial fue adquirir una visión panorámica holística y no el de establecer políticas específicas.

Su desarrollo se basó en cuatro principios básicos:

1. Incorporar las necesidades sociales y económicas, así como los avances en C&T.
2. Holístico (implicó la necesidad de identificar nuevas áreas de unión de tecnologías).
3. Identificar prioridades.
4. Las previsiones tenían dos aspectos: predictivas y de determinación de objetivos.

Los resultados fundamentales obtenidos fueron la adquisición de un conocimiento básico anticipado de algunos entornos y la determinación del nivel en C&T de Japón. En una encuesta a 250 empresas, el 59% calificó los resultados como «muy importantes» y el 36% «satisfactorios».

Las previsiones de 1970 se cumplieron en un 64% en los veinte años siguientes. Las características globales de los resultados obtenidos fueron:

- En el entorno de las Tecnologías de la Información la previsión acertó en un 80% y en el de Recursos y Energía en un 50%. Los aciertos en otras áreas fueron significativamente menores.
- Las predicciones de los expertos en una determinada subárea fueron menos exactas que las predicciones dadas de ella por expertos de subáreas relacionadas indirectamente con la misma.
- Lo anterior implicó la consecuencia de que la prospectiva ha de llevarse a cabo por un abanico muy amplio de expertos.
- Los beneficios que reportó fueron: Comunicación de los resultados a un entorno amplio, una visión general a largo plazo, la coordinación y el consenso entre diferentes actores, y el acuerdo entre los mismos.

3.2 Resultados posteriores a 1980 y previos al inicio de la década de 1990

Esta etapa, aunque con realizaciones concretas, y de un gran valor genérico, realizadas en Estados Unidos y Japón, fue de escasos resultados prácticos en Europa, al menos desde el punto de vista que aquí nos preocupa. Por ello el resumen será realmente breve.

3.2.1 Francia

En 1981, con un nuevo gobierno de distinto carácter que el anterior, se dio prioridad a la tecnología, considerándose que era el camino para alcanzar competitividad industrial y desarrollo social. Ello dio lugar a una serie de iniciativas de prospectiva desarrolladas a partir de varios coloquios nacionales sobre I+D. De ellas surgieron programas movilizados en determinadas áreas.

En 1986, un nuevo gobierno canceló la mayor parte de las iniciativas en este terreno.

3.2.2 Suecia

Surgieron iniciativas a partir de varias instituciones como el «Council for Planning and Coordination of Research» (FRN), el «National Board for Technical Development» (STU), la «Royal Academy of Engineering Sciences» (IVA), el «Defence Research Institute» (FOA) y de la industria. Los resultados obtenidos fueron muy reducidos y sin apenas ningún impacto.

3.2.3 Otros entornos

Prácticamente no se realizó ninguna otra acción de prospectiva salvo trabajos de campo en UK y algunas experiencias de carácter aislado en USA.

4

Ejercicios desarrollados hasta
finales de la década de 1990



Los casos que se presentan a continuación son, en una cierta medida, los que serán analizados posteriormente. Como se dijo en la introducción, no es nuestro objetivo ofrecer detalles concretos sobre la metodología general empleada ni sobre las razones de por qué se estructuraron como se hizo. Pero como introducción a nuestro estudio, hemos creído conveniente presentar este resumen.

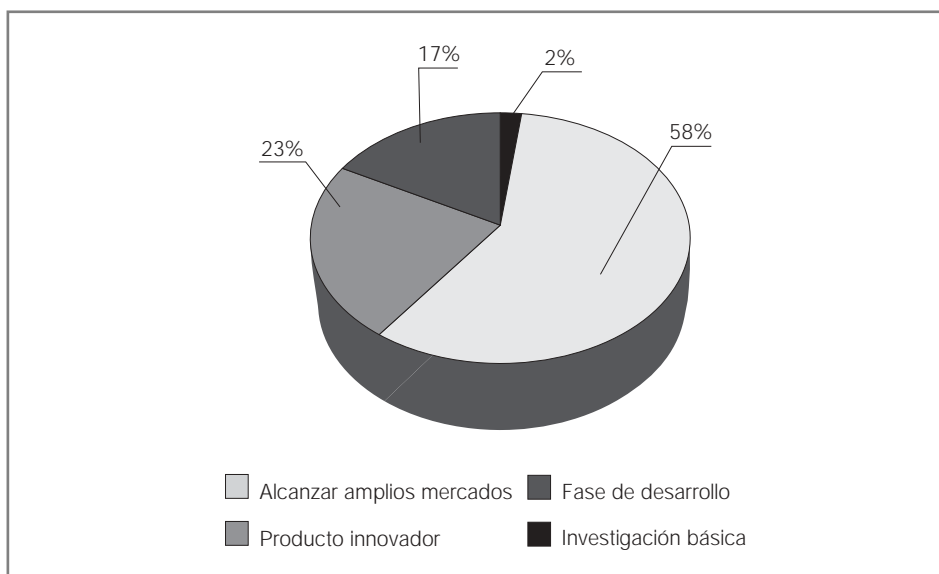
4.1 Reino Unido

El primer Programa Nacional de Prospectiva fue iniciado en 1993, habiendo sido publicados sus resultados en 1995.⁴ El organismo encargado de su realización fue la *Office of Science and Technology* (OST), ayudada por diferentes ministerios, centros de investigación públicos y privados, así como otras organizaciones privadas. La OST se creó en 1992 a partir de estructuras del Ministerio de Educación y del Gabinete del Primer Ministro, siendo su misión fundamental la de desarrollar y coordinar la política científica y tecnológica nacional e internacional del Reino Unido.

El estudio desarrollado constó de las siguientes fases:

- Junio 1993 - inicio 1994: Designación de un Comité de Dirección, nombrado por el Ministro de Educación y Ciencia, con el encargo de determinar las áreas de ciencia y tecnología que iban a ser analizadas, así como seleccionar los expertos que serían posteriormente involucrados en el proceso.
- 1994: Un año entero dedicado al estudio prospectivo. Se examinaron 15 áreas, que en total sumaban 1.207 sectores, analizándose su posible evolución en un período comprendido entre quince y veinte años. Estos sectores reflejaban, en la mayor parte de los casos, una orientación claramente dirigida hacia el mercado, estando un 50% de ellos relacionados con la forma de alcanzar amplios mercados, un 20% hacia referencia a un primer uso de un servicio o un producto innovador, un 15% se interesaba por la fase de desarrollo y tan solo un 2% incidía sobre cuestiones de tipo básico, como fenómenos o principios físicos.

Orientación del análisis de sectores Reino Unido, 1994



⁴ D. Loveridge, L. Georghiou y M. Nedeva, «United Kingdom Technology Foresight Programme. Delphi Survey». Crown. Manchester, 1995.

En la primera ronda se recibieron un total de 2.585 contestaciones, lo que suponía el 31% de los cuestionarios enviados. El resumen de esta ronda volvió a remitirse a los que habían mostrado interés con el tema, indicándoles la posibilidad de modificar sus respuestas. En este caso, el 41% de los encuestados accedió a esta nueva fase. En paralelo, y desde un punto de vista más regional, se efectuaron sesiones de trabajo de las que se obtuvieron 375 respuestas. El total de ambos procesos, cuestionarios más sesiones de trabajo, fueron la base para el posterior análisis.

De cada uno de los sectores se responsabilizó en su análisis a un panel de expertos, cuyo número variaba entre quince y veinte. El número inicial de personas de que disponía el banco de datos de la OST estaba próximo a siete mil, lo que implica un amplio abanico de puntos de vista. Como ya se ha dicho, a la primera ronda sólo respondieron 2.585 de ellos.

Para la identificación de los sectores que había que analizar, la base de partida no fue el trabajo previo realizado en Japón, aunque en muchos casos los temas coincidían, sino un estudio más orientado a las condiciones del Reino Unido. Un conjunto de paneles fue el que determinó estas líneas y elaboró un primer cuestionario, remitido a entre 50 y 80 expertos por panel, en el que algunas de las preguntas que se hacían eran las siguientes:

- Dar cuatro líneas o tendencias, así como sus causas, que puedan tener incidencia en el sector considerado, hasta el año 2015.
- Identificar posibles oportunidades de mercado entre las líneas o tendencias anteriores.
- Identificar nuevos productos, procesos y/o servicios basados en los anteriores puntos que puedan ser objetivo de futuros mercados.
- Identificar qué tecnologías, avances científicos o innovaciones serían precisas para conseguir lo anterior.

Del conjunto de todo ello se elaboró el primer cuestionario para la primera ronda del Delphi.

Las grandes áreas analizadas serán las que estudiaremos, de forma más detallada, en el presente trabajo.

El resultado del Delphi fue hecho público en 1995, divulgándose sus resultados a industrias, entornos académicos, organismos estatales y otros sectores involucrados en temas relacionados con las tecnologías estudiadas.

Como conclusión del presente apartado, hemos creído conveniente —y así lo haremos también en los siguientes, si disponemos de la información adecuada— hacer unas pequeñas consideraciones sobre análisis posteriores, efectuados por el propio país, sobre posibles deficiencias o mejoras que puedan haberse detectado en el ejercicio realizado. En el caso de Gran Bretaña, estas consideraciones no van a tener el mismo cariz que las que presentaremos en el caso francés, alemán o sueco. En el último capítulo del informe presentado y cuya referencia apa-

rece en la bibliografía adjunta, únicamente se presenta una síntesis de los resultados obtenidos por los diferentes paneles, indicando aquellas áreas en las que existe un mayor o un menor potencial tecnológico, todo ello referido a Gran Bretaña, y porqué esas líneas son significativas. En ningún lugar puede encontrarse ningún atisbo de autocrítica a la labor realizada, tanto para mejorar los resultados obtenidos como para plantear otras posibles acciones. Únicamente algunos años después, en un estudio planteado por el *European Science and Technology Observatory* (ESTO), puede verse un artículo de un miembro de CEST⁵ en el que se pueden encontrar algunas consideraciones, no puramente tecnológicas, sobre el estudio realizado. En síntesis estas observaciones son las siguientes:

- El Gobierno, a través de sus distintos departamentos ministeriales, ha tomado conciencia de la importancia de la prospectiva y de los beneficios que pueden obtenerse de su realización, para intentar entender lo que pueda presentarse en un cierto futuro.
- La industria se ha mostrado muy poco receptiva hacia los resultados presentados, aunque un número relativamente alto de empresas, de muy diferentes tipos, han emprendido sus propios ejercicios de prospectiva.
- La comunidad académica ha intentado encaminar sus trabajos hacia alguna de las líneas consideradas como prioritarias en el ejercicio realizado. De hecho, este encaminamiento es forzado por los condicionantes planteados en las convocatorias de fondos más que por la propia voluntad de los investigadores.
- Se ha proclamado, como uno de los mayores logros del estudio, el que gracias a él se ha incrementado el número de redes de innovación en el ámbito nacional. Pero este resultado solo podrá verse, si es realidad, en un plazo mucho más largo del tiempo que se tomó en decirlo.
- El principal punto de desacuerdo que se ha detectado es que el programa de prospectiva llevado a cabo, quizás derivado en parte, por su punto de partida, esto es, de la estructura inicial de la OST, fue simplemente para apoyar una política tecnológica previamente establecida por el gobierno o, por el contrario, para quitar al gobierno el problema de tener que optar entre diferentes políticas tecnológicas.
- A pesar de que podría ser conveniente la realización de ejercicios de este tipo en el ámbito paneuropeo, la opinión de Gran Bretaña en este tema está absolutamente en contra. Esta opinión en contra de estudios realizados conjuntamente por países de la UE se manifiesta de manera más clara en el entorno industrial que en el social.

⁵ P. Ormerod, *United-Kingdom*. En «Monitoring Foresight Activities». ESTO, 2001.

4.2 Holanda

Las actividades de prospectiva tecnológica se iniciaron en Holanda en 1989 por parte del Ministerio de Asuntos Económicos, responsable en ese país de la coordinación de la política tecnológica. Por otro lado, el Ministerio de Educación y Ciencia, responsable de la política científica, inició actividades equivalentes en su campo en 1986, de acuerdo con la planificación bianual que llevaba a cabo. En 1991, el Gobierno decidió la creación de OCV (*Overlegcommissie verkenningen*), Comité de Prospectiva, y con él la decisión de mantener un ejercicio continuado y sistemático en este tipo de estudios. De acuerdo con esta diferenciación de acciones, aparecieron dos tipos de prospectiva muy diferenciadas: la científica y la tecnológica. La primera se hizo depender del Ministerio de Educación y Ciencia, a través del OCV; la segunda se coordinó por el Ministerio de Asuntos Económicos.

La misión del OCV fue la de organizar y supervisar las actividades de prospectiva científica a través del consenso con los diferentes participantes, con un análisis de la posible oferta y la previsible demanda, bajo una perspectiva internacional. Igualmente se encargó de elaborar estudios sectoriales demandados por distintas instituciones, de confeccionar informes finales, con conclusiones, propuestas y recomendaciones que se remitieron al Parlamento y, finalmente, de impulsar y supervisar las actividades de prospectiva en organismos de investigación tanto públicos como privados.

El método de trabajo no se basó, como en el caso japonés o el británico, en la realización de un Delphi, sino que se apoyó en comités creados expresamente para el tema considerado. La selección del mismo fue por iniciativa propia o bajo demanda del Parlamento u otra institución estatal.

La primera etapa consistió en la elaboración de un documento base que se denominó «Notas introductorias» y en el que se recogieron todos los antecedentes y la información relevante disponible. Tras su estudio y, en ocasiones, la celebración de seminarios para su discusión, se determinó si se iniciaba, y cómo, la siguiente fase. Esta consistió en la determinación, por parte del OCV, de las bases del estudio, de quién debía participar en él y las especificaciones técnicas para su realización. Finalmente se procedió ya al estudio sectorial.

Este estudio sectorial estuvo compuesto de las siguientes partes:

- Análisis de la situación presente y tendencias de futuro. Situación de Holanda en dicha disciplina. Tendencias científicas y sociales.
- Definición de escenarios sectoriales por disciplinas. Estos escenarios contemplan los tres ámbitos posibles: mundial, europeo y nacional.
- Formulación de opciones y propuestas.

Por lo que se refiere a la prospectiva tecnológica, se gestionó por un Comité de Gestión Permanente de alto nivel formado por los directores de los departamen-

tos involucrados en este tema del Ministerio de Asuntos Económicos, más tres consultores externos. Su metodología de trabajo fue la siguiente:

- En una primera fase se elaboró una lista de tecnologías emergentes, para 75 áreas, normalmente definidas por un consultor externo y siguiendo las experiencias de otros países como USA, Alemania, Japón y Gran Bretaña. Esta lista fue analizada por expertos del propio Ministerio, por empresas, tanto de producción como de servicios, y por institutos de investigación, que dieron sus opiniones. Las bases para las opiniones emitidas debieron guiarse por su importancia económica, por el potencial innovador, por su madurez y aplicación potencial y, finalmente, por su accesibilidad por parte de los sectores correspondientes holandeses. El último punto que se analizó fue el de su relevancia para la pequeña y mediana empresa. De acuerdo con los resultados, se seleccionaron aquellas tecnologías en las que procedía realizar un estudio en mayor profundidad.
- La segunda fase fue la de la elaboración de un estudio pormenorizado de las tecnologías seleccionadas. Este estudio lo llevó a cabo un consultor externo independiente, debiendo identificar la posición de Holanda con relación a otros países, así como los posibles actores en el desarrollo de la tecnología, las debilidades que podía tener el Sistema Ciencia-Tecnología holandés para llevarla a cabo, las oportunidades de dicha tecnología y cómo podía ser desarrollada. Los resultados se analizaron por un Comité de diez personas pertenecientes a segmentos relacionados con la misma.
- En una tercera fase se presentaron los resultados en una conferencia a la que asistieron alrededor de unas cien personas de todos los sectores potencialmente involucrados. Además de exponer los resultados, se analizaron los mismos y se contrastaron con las opiniones de los asistentes.
- La última fase fue la de aplicación de las conclusiones.

Los resultados de este estudio, así como de algunas derivaciones que se efectuaron en años posteriores, constituirán también otra de las bases de nuestro estudio.

Para concluir este apartado, la situación del caso holandés es muy similar al anterior de Gran Bretaña. En un estudio equivalente al anterior, el único punto débil que se presentaba del estudio holandés fue el de la escasa incidencia de los resultados obtenidos, tanto a nivel gubernamental como a nivel social o industrial.

4.3 Alemania

La década de 1980 determinó en Alemania, entre otras cosas, un fuerte incremento del interés por estudios de prospectiva tecnológica y, ya en la de 1990, y como resultado de la reunificación, se consolidaron de manera completa. El organismo encargado de llevarlos a cabo ha sido, en la mayor parte de los casos, el *Fraunhofer Institute für Systemtechnik und Innovationsforschung* (ISI), por encargo del Ministerio Federal de Investigación y Tecnología (BMFT).

El trabajo se dividió en tres horizontes perfectamente delimitados. Uno primero, a corto plazo, abarcaba tan solo los siguientes cinco años. El segundo, a medio plazo, alcanzó diez años y, finalmente, el tercero a largo plazo alcanzó un horizonte entre veinte y treinta años.

Para el primer horizonte, el que cubría los próximos cinco años, la única herramienta adoptada fue la del análisis de patentes, y la pregunta básica a la que se trató de responder fue la de cómo la productividad tecnológica se relaciona con las cuotas de mercado. Uno de los principales resultados obtenidos de este estudio fue el de que esta técnica tenía mayor o menor validez dependiendo del sector objeto de análisis. Entre los sectores para los que parece que su utilidad es menor se encontraban los de comunicaciones y espacio, mientras que en los que sí parece que podían tener más validez los resultados es en aquellos en los que existe un mercado relativamente abierto, hecho éste que no ocurre en los sectores anteriores. Algo similar, en lo que se refiere a la incertidumbre de los resultados, puede decirse de aquellos otros sectores en los que existe un desfase apreciable entre la presentación de la patente y su introducción en el mercado.

Por lo que se refiere a la perspectiva a medio plazo, diez años, la base tomada fue la de confeccionar árboles de relevancia, identificando los problemas existentes y las posibles necesidades futuras, así como las tecnologías que son capaces de solventarlas. En el estudio realizado, se elaboró una primera lista de cien tecnologías clave con las que se estructuró el conjunto de relaciones horizontales entre ellas, otro de relaciones jerárquicas de subcampos con los principales y, finalmente, las condiciones previas y las posibles aplicaciones. En cada tecnología se analizó su situación con respecto a las ocho fases existentes entre la investigación y el desarrollo y que habían sido definidas previamente.⁶

El horizonte a más largo plazo, entre veinte y treinta años, se basó en la realización de un Delphi totalmente análogo al realizado por Japón. De hecho su realización fue casi paralela a la del de éste publicándose simultáneamente ambas versiones para evitar influencias mutuas. Dada la escasa experiencia alemana de

⁶ Las ocho fases fueron: investigación básica, investigación estratégica orientada, desarrollo y primeros resultados técnicos, transferencia de resultados, estancamiento temporal y reorientaciones, identificación de nuevas oportunidades, primeras aplicaciones comerciales y difusión y amplia penetración en el mercado.

una prospectiva basada en este método, la referencia japonesa resultó obligada y por ello la metodología fue idéntica. En el caso alemán, se emplearon 3.354 expertos, siendo el índice de respuestas en la primera ronda el 30%. Un número tan bajo, comparado con el de Japón, parece debido a que en este último país ya se tenía una selección inicial de expertos, con interés en este tipo de estudios, basada en los anteriores Delphis, lo que conducía a una tasa de absentismo menor. Los expertos seleccionados pertenecían a la universidad, a la industria y a laboratorios públicos e instituciones sin ánimo de lucro, en números aproximadamente iguales. El número de preguntas realizadas era casi igual al del Delphi japonés, 1.146, salvo tres que carecían de sentido en Alemania. De hecho, la mayor parte eran idénticas en ambos Delphis.

La comparación entre los resultados de ambos estudios se publicó en un documento⁷ en el que se analizaron las coincidencias y las discrepancias, así como otros aspectos de tipo sociológico que hicieron que las respuestas obtenidas en uno y otro país fueran en apariencia diferentes. Es de señalar que una de las principales dificultades con las que se encontraron los responsables del Delphi realizado en Alemania fue el de la traducción del idioma japonés al alemán, no por el idioma en sí, sino por aspectos de carácter sociológico, como, por ejemplo, cómo entendía cada país aspectos concretos del uso o las ventajas de una determinada tecnología.

Del análisis de estos resultados se llegó a una serie de conclusiones que, por su importancia, vamos a listar aquí las que creemos son más significativas, esencialmente porque algunas de ellas estarán implícitas en las conclusiones finales que daremos a este trabajo. Las conclusiones más importantes fueron las siguientes:

- El método Delphi no se adecua a la selección de prioridades a partir de un gran número de temas. En consecuencia tiene muy poco impacto, o no lo tiene en absoluto, para la formulación de programas de investigación.
- Deben utilizarse tanto aproximaciones «orientadas por la tecnología» como «orientadas por la demanda». Las aproximaciones orientadas por la tecnología (*early warning system*) dan lugar a una investigación de exploración, en una etapa inicial de innovación. Las por la demanda, conducen a explorar las etapas posteriores.
- Se pueden emplear proyectos piloto para evaluar las posibles aplicaciones de las correspondientes tecnologías futuras objeto de investigación. Por otra parte, las aproximaciones orientadas por al demanda pueden agrupar fuerzas para la búsqueda de los problemas esenciales de la sociedad.
- El sistema de alerta temprana tiene un déficit importante: no es útil para detectar campos interdisciplinares. Reproduce estructuras previas existentes. Campos que no aparecen en los programas específicos que existen corren el peligro de no ser identificados.

⁷ «Outlook for Japanese and German Future Technology-Comparing Japanese an German Technology Forecast Surveys». NISTEP & ISI. NISTEP Report n. 33. April, 1994.

- Las nuevas tecnologías, especialmente si se focalizan en demandas sociales, no pueden ser implementadas sin participación pública. Por ello, futuras iniciativas deben tender a la obtención del consenso por medio de puntos de encuentro, de muy diferentes tipos, con todos aquellos miembros interesados de la sociedad.

Con las experiencias adquiridas, y analizadas las posibles debilidades detectadas, en abril de 2001 se inició una nueva iniciativa denominada FUTUR. Esta experiencia fue la continuación de una previa, también designada con el mismo nombre, y que sirvió para ver las posibilidades del uso de Internet como herramienta de trabajo. Este nuevo programa será analizado en el capítulo 7 del presente trabajo. El anterior será la base para el estudio comparativo del capítulo 5 y las conclusiones que se darán en el 6.

4.4 Francia

A finales de 1993 se aprobó la realización de un estudio de prospectiva tecnológica mediante el método Delphi, que fue coordinado por el Ministerio de Educación Superior e Investigación y el de Defensa y coordinado por un Comité de Seguimiento designado específicamente para tal misión. Este Comité fue el encargado de seleccionar las tecnologías objeto de estudio así como de la definición de los criterios por los que debía realizarse el Delphi. Los principales resultados que se trataron de conseguir fueron:

- Tecnologías importantes para la industria nacional francesa.
- Posición francesa, e indirectamente europea, en estas tecnologías.
- Esfuerzos que deben llevarse a cabo para mejorar la posición, en el ámbito mundial, de las mismas.

El horizonte temporal que se planteó fue, dependiendo del sector, entre cinco y diez años, y la perspectiva para su análisis fue doble: estudiar qué tecnologías era necesario desarrollar para alcanzar determinados mercados y ver qué tecnologías podrían surgir en los próximos años que fueran determinantes para el futuro desarrollo industrial.

El Comité designó a una serie de expertos que realizaron un inventario de las tecnologías más significativas para cada uno de los diez subgrupos científico-tecnológicos formados. Cada uno de ellos estuvo compuesto por un número de quince a veinte personas escogidas tanto del entorno académico como del industrial. Estas tecnologías, una vez estudiadas por el Comité de Seguimiento, pasaron a formar parte de la lista definitiva de tecnologías objeto de estudio. Los criterios para su elección fueron, entre otros de menor entidad:

- Los mercados de referencia, actuales y potenciales.
- El impacto sobre el comercio exterior.
- La aceptabilidad o la demanda social y cultural.
- La posición competitiva de los productos.
- La vulnerabilidad y los riesgos de dependencia industrial.
- La contribución a las necesidades nacionales, centradas esencialmente en los sectores estratégicos de Defensa, Energía, Medio Ambiente, Salud y Cultura.
- La articulación de la industria nacional.
- La capacidad de difusión de la industria francesa.
- Finalmente, y como criterio global de priorización, se consideró el impacto global sobre la competitividad.

La realización práctica del Delphi se encargó a una empresa privada que utilizó las opiniones de unos cuatro mil trescientos expertos y abarcando un número aproximado de mil temas científico-técnicos agrupados en quince áreas.

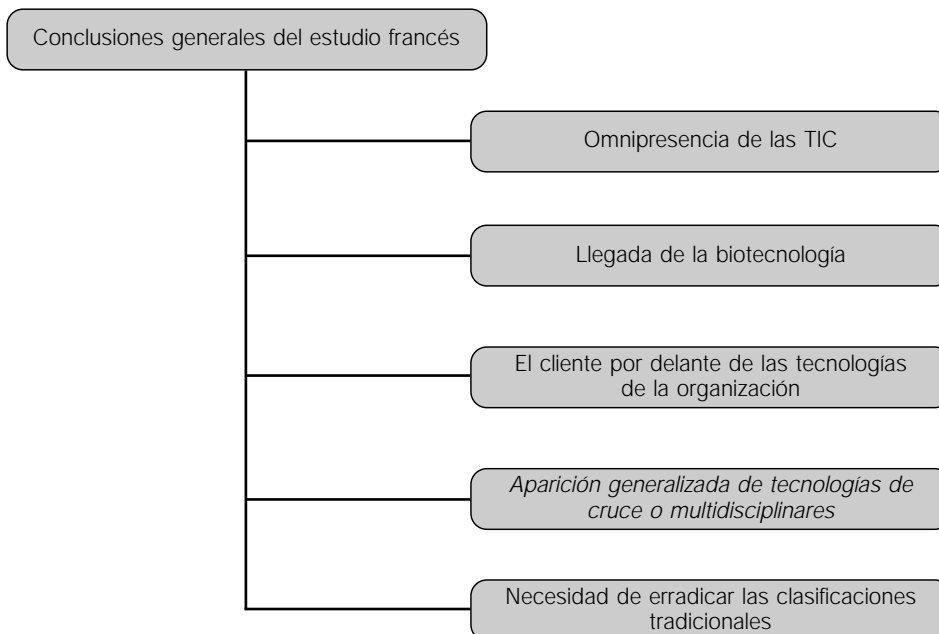
Resulta significativo hacer referencia aquí a los factores que se consideraron clave para alcanzar éxito en un sector. Estos factores fueron:

- Voluntad expresa de los componentes del mismo.
- Posibilidad de alianzas entre ellos.
- Existencia de un líder.
- Sensibilidad de los poderes públicos
- Alto grado de aceptabilidad social

Finalmente, y como conclusiones generales, aparte de las propias que determinan en qué sectores se encuentra Francia en una posición ventajosa y en cuáles en desventaja, se señala la importancia de los siguientes aspectos:

- Necesidad de un esfuerzo constante en I+D.
- Promoción de la difusión de los resultados.
- Sensibilización de la opinión pública.
- Necesidad de iniciativas industriales.
- Desarrollo autónomo de determinados sectores.

Igual que en caso alemán, parece oportuno destacar aquí, finalmente, algunas de las consecuencias de carácter general extraídas por los responsables del programa, una vez concluido el mismo y obtenidos ya los primeros resultados. Estas conclusiones fueron las siguientes:



■ *Omnipresencia de las TIC*

Prácticamente cruzan la totalidad de las áreas analizadas en el estudio, en unos casos reforzando su actividad y en otros complementándola. Como ejemplos pueden plantearse el modelizado, las medidas, el tratamiento de señales, la formación y uso de las bases de datos, la capacidad de cálculo, las comunicaciones más rápidas, más densas y más baratas, etc.

■ *Llegada de la biotecnología*

Aquí, los tiempos de desarrollo parecen más lentos que en el caso anterior y difieren de unos entornos a otros. A su vez, su desarrollo influirá decisivamente sobre otros sectores como la farmacia, la agricultura, el sector agroalimentario, la química, los materiales, la energía e incluso las TIC.

■ *El cliente por delante de las tecnologías de organización*

La presencia de una nueva economía, construida alrededor del conocimiento, hace que las empresas deban movilizar, de manera coordinada, competencia y saber-hacer a través de procesos de organización. Pero además de ello, el cliente debe ser puesto de nuevo en el punto de vista del tecnólogo, con la pregunta «¿Qué deseo hay que satisfacer, con qué funciones y para qué uso?» y, conjuntamente, «¿Qué caminos tecnológicos hay para satisfacer ese deseo?». El resumen de esto sería: «El único sentido que tiene la tecnología es la satisfacción de un deseo y de una demanda». A su vez, el cliente contribuye a determinar la aplicación de la tecnología y con ello a su innovación a través de un proceso interactivo e iterativo entre la oferta y la demanda.

■ *Aparición generalizada de tecnologías de cruce o multidisciplinarias*

La mayor parte de las tecnologías consideradas no son ya lo que anteriormente se denominaban «tecnología clave», sino una tecnología que entremezcla muchas otras tecnologías convencionales. La transversalidad es la característica común de todos los sectores analizados: integran y combinan muchas otras tecnologías y, a su vez, se irradian y difunden entre sí. Esto constituye un cambio de paradigma. Por otra parte, esta sofisticación de tecnologías viene ligada con la exigencia de una simplicidad de uso que antes no se demandaba y que ahora se requiere por la dimensión del mercado al que se dirige.

■ *Necesidad de erradicar las clasificaciones tradicionales*

El estudio ha debido hacerse alejándose de clasificaciones sectoriales, reflejo de la industria tradicional. No ha sido buscar qué tecnología clave pertenece a cada sector, sino qué funciones o necesidades son demandadas que, casi en todos los casos, cruzan diferentes sectores tradicionales, diferentes aplicaciones y diferentes usos.

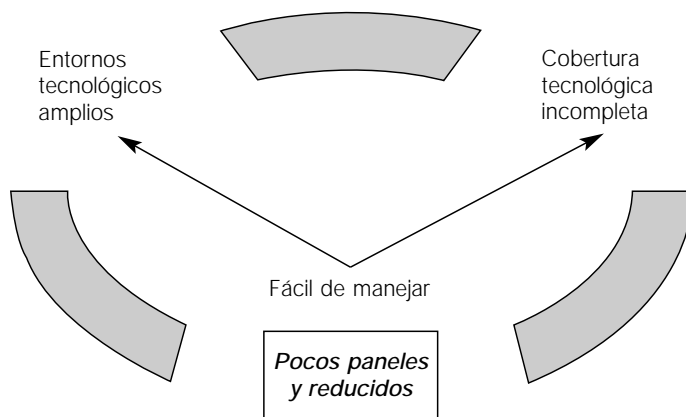
Por todo lo anterior, no aparecen en el estudio sectores tradicionales como el petróleo, el gas, el agua o la energía nuclear. Su presencia es a través de otros segmentos, como «catalizadores» o «microturbinas», por ejemplo.

4.5 Suecia

La idea de llevar a cabo un ejercicio de prospectiva tecnológica en Suecia nació a mediados de los años noventa y el motivo se derivó de la constatación, en el ámbito nacional, de los profundos cambios que estaba teniendo la tecnología y la forma en la que estos cambios afectaban a la situación social. Aunque, como ya se ha indicado anteriormente, habían sido ya realizados algunos estudios puramente tecnológicos en décadas anteriores, solo la aparición de una cierta crisis económica a principios de los años noventa, determinó que el interés en estos análisis se incrementara de manera significativa. Los trabajos realizados en Gran Bretaña fueron, esencialmente, el modelo que se adoptó.

Cuatro organismos —IVA, NUTEK, la Federación Sueca de Industrias y la Fundación para la Investigación Estratégica—, tras algunos trabajos de preparación, constituyeron, en 1997, un comité para evaluar las posibilidades de realizar un análisis con la profundidad necesaria. Es de señalar que no fue el gobierno el que impulsó dicho análisis, sino los antedichos organismos. A pesar de ello, el gobierno sí apoyó posteriormente la iniciativa y la dio un cierto soporte.

En 1998, los cuatro organismos que plantearon la iniciativa formaron un Comité de Dirección del programa compuesto por seis miembros de los mismos, al que se dio apoyo con un gabinete creado específicamente para tal fin. En paralelo con lo anterior, se configuró un nuevo Comité de Consulta, en el que se integraron treinta nuevas organizaciones, lo que incrementaba considerablemente los intereses y objetivos del estudio y permitía, al mismo tiempo, que se aportaran posibles nombres para los miembros que deberían configurar los paneles de trabajo.



Los trabajos del estudio se llevaron a cabo mediante ocho paneles de expertos, cada uno compuesto por un presidente y quince miembros. La elección de este número de paneles, y no de uno superior como en otros estudios, tuvo su base en el intento de plantear una estructura fácil de manejar, aunque se contara con la seguridad de dos puntos débiles en esta elección. El primero era que los entornos tecnológicos asignados a cada panel tenían que ser, necesariamente, amplios. El segundo, muy en paralelo con el anterior, que la cobertura tecnológica que se po-

dría conseguir habría de ser, por fuerza, incompleta. A pesar de todo ello, se consideró suficiente para determinar una cierta visión de un posible futuro tecnológico. Un total de 130 personas intervinieron en los ocho paneles y, gracias a la presentación casi continua de los trabajos mediante seminarios y conferencias, varios cientos más de expertos pudieron verter sus opiniones en los estudios.

Los resultados obtenidos fueron siendo analizados, de manera continua, por el Comité de Dirección y comparados con los obtenidos por estudios similares de otros países.

El inicio de las actividades fue en enero de 1999, presentándose los resultados finales un año después. En agosto de 1999, en una conferencia plenaria, se intercambiaron los planteamientos de todos los paneles a fin de evitar posibles solapes o recalcar coincidencias que precisaban aparecer. En enero de 2000, fueron publicados oficialmente y en marzo de ese año se presentaron en una conferencia pública.

Uno de los planteamientos que caracterizó el estudio hecho fue la existencia de paneles, opinión planteada por el Comité de Dirección, en los que se consideraban aspectos de carácter multidisciplinar. Este aspecto será considerado, posteriormente, en el capítulo 7 del presente trabajo.

Como en los casos anteriores, y extrayendo también de los propios documentos realizados por los encargados en Suecia de analizar el programa, podemos sintetizar aquí las consecuencias que creemos más significativas para el fin que aquí nos hemos propuesto. Son éstas:

- La tecnología crea oportunidades.
- Los deseos y las demandas de la sociedad generan el desarrollo y crean el mercado.
- La economía establece los límites y puede crear oportunidades.
- Las instituciones públicas resultan afectadas por todo lo anterior, pero son las que ejercen el control por medio de la legislación y las infraestructuras.
- No se puede planificar el futuro sino que se puede planificar para el futuro.
- Una planificación a largo plazo puede ser posible, pero, si las decisiones no son las apropiadas, las generaciones futuras pueden pagar por ellas. Es mejor preparar escenarios con incertidumbres y en cambio constante.
- Hay que resaltar de modo especial los pasos dados para lograr una aproximación interdisciplinar, sobre todo en los sistemas educativos, en las instituciones de investigación y en los organismos públicos.
- Lo mismo puede decirse respecto al desarrollo de diferentes tipos de infraestructuras, tanto físicas (transporte, energía, TI) como otras intangibles.
- Las fuerzas motoras de los cambios futuros son individualización (suministro de bienes personalizados) y ausencia de fronteras (*borderlessness*). Son las que crearán y preconditionarán los nuevos cambios.

4.6 Austria

Aunque Austria no es uno de los países que serán analizados posteriormente, sí hemos creído conveniente presentar aquí algunas de las características de este ejercicio prospectivo, principalmente porque nos basaremos en él para algunas de las conclusiones finales que plantearemos al final del presente trabajo. Igual ocurrirá con el caso que se presentará a continuación, que es el de Finlandia.

Los principales ejercicios de prospectiva se han realizado en Austria a partir de mediados de la década de los noventa. El ejercicio más importante fue desarrollado entre 1996 y 1998 y fue esencialmente un análisis tipo Delphi, en todo el ámbito nacional y ceñido al Ministerio de Ciencia y Transporte (BMWV) como organismo motor del mismo y principal cliente de sus resultados. A partir de entonces, se han desarrollado otros, pero ya con un carácter más sectorial y entre los que cabe mencionar los dirigidos hacia comunicaciones móviles, asistencia hospitalaria para los mayores, tecnología biomédica, entrenamiento vocacional y transporte. En algunos de estos estudios se contactó con expertos de otros países. El diseño de estos Delphis tuvo conexiones de partida con los desarrollados por otros países, como Gran Bretaña, Holanda y Alemania. Es de señalar que estos últimos ejercicios fueron seguidos muy atentamente por países en vías de desarrollo, como Hungría, Irlanda, Estonia, Eslovenia y algunos países de Iberoamérica, en particular Venezuela.

El enfoque del estudio realizado fue, en primer lugar, el de servir de herramienta para la elaboración de futuros programas de I+D en Austria. Su ámbito de actuación y aplicación, aunque global desde el punto de vista austriaco, puede considerarse macro/meso y, geográficamente, limitado al mismo ámbito con una escala de aplicación de quince años, aunque algunas partes fueron ampliadas a treinta años y otras reducidas a cinco.

Uno de los puntos significativos en el ejercicio austriaco ha sido el énfasis puesto en su aplicación a la situación del país y a la satisfacción de las demandas sociales, más que a mejorar la competitividad de la economía austriaca. De acuerdo con este hecho, no se intentó encontrar las tecnologías emergentes en general, sino que se trató de identificar aquellos nichos en los que Austria puede adquirir cierto liderazgo en los próximos quince años. Así la aproximación tomada estuvo encaminada hacia una orientación de temas impulsados por la demanda, concentrándose en campos temáticos más que en sectores tecnológicos.

Por todo ello, el programa austriaco puede considerarse como una mezcla de prospectiva tecnológica con prospectiva cultural y social.

El desarrollo consistió en una serie de estudios preparatorios (preguntas a expertos, preguntas a consumidores, análisis de patentes y análisis de información suministrada por los diferentes medios de comunicación), seguidos por una selección de siete campos temáticos en cada una de las dos partes en las que se di-

vidió el estudio, un número equivalente de paneles de expertos y, finalmente, un Delphi tecnológico y un Delphi cultural y social (las dos partes del programa). Entre ambas partes existía una coincidencia de cuatro campos temáticos.

Las preguntas a las que se dirigía la parte tecnológica estaban centradas en evaluaciones de innovaciones tecnológicas y de organización, mientras que la parte cultural y social estaba centrada en tendencias demandadas por la propia sociedad. En total estuvieron involucrados 1.600 participantes en la parte tecnológica y 1.800 en la cultural y social.

El aspecto que se ha de recalcar en este estudio es el de la concentración en temas muy concretos que se estimaba podían ser de interés para Austria. Campos potencialmente significativos, pero en los que se estimó que el papel del país no iba a ser relevante, fueron suprimidos del análisis. En la tabla adjunta aparecen los temas considerados.

<i>DELPHI TECNOLÓGICO</i>		<i>DELPHI CULTURA Y SOCIAL</i>
<i>Nuevas formas de vivienda</i>	↔	<i>Nuevas formas de vida</i>
<i>Enseñanza continua</i>	↔	<i>Enseñanza continua</i>
<i>Tecnologías médicas y tecnologías asistenciales para los mayores</i>	↔	<i>Salud y enfermedad en el cambio social</i>
<i>Tecnologías limpias de producción y desarrollo sostenido</i>	↔	<i>Industrias limpias</i>
<i>Alimentos orgánicos</i>	↔	<i>Envejecimiento</i>
<i>Movilidad y transporte</i>	↔	<i>Cambios estructurales en el trabajo</i>
<i>Diseño de nuevos materiales</i>	↔	<i>Segmentación social</i>

Desde la conclusión de estudio global, y como ya se ha indicado antes, se siguieron otros de carácter sectorial, aunque no existe seguridad de la realización de otro en el ámbito nacional.

4.7 Finlandia

Ya se ha comentado en el apartado anterior que Finlandia no será objeto del análisis comparativo que se presentará en el capítulo siguiente, pero por las mismas razones que las de Austria, se dan aquí algunas breves ideas de sus características principales.

Uno de los primeros puntos que se pusieron de manifiesto en el momento de iniciar los primeros estudios prospectivos en Finlandia fue el hecho de las características del país y la certeza de que muy difícilmente podría situarse en una primera línea mundial en todas las tecnologías avanzadas. Por ello la decisión fue la de centrarse en unos determinados nichos tecnológicos y dedicar a ellos los pocos recursos de que dispone el país. De aquí que, la determinación de a qué entornos dirigir los esfuerzos fue una tarea prioritaria.

Finlandia no ha realizado estudios de este tipo hasta un análisis, *On the Road to Technology Vision*, iniciado por el Ministerio de Comercio e Industria en 1996. A título individual, algunos otros organismos, tanto del Parlamento como de carácter regional, sí han realizado previamente estudios parciales de temas concretos. Sin embargo, en el año 2000, el mismo Ministerio anterior tomó la iniciativa del Consejo de Política Científica y Tecnológica y determinó la necesidad de realizar un estudio de prospectiva que hiciera aflorar las necesidades futuras de la sociedad. Este estudio, que ha sufrido una serie de problemas en su comienzo, aún no ha tenido ningún resultado definitivo.

El estudio de 1996 se centró en ocho áreas prioritarias del entorno industrial: agroalimentos, energía, química, transportes e infraestructuras, metales y maquinaria industrial, recursos forestales, construcción y telecomunicaciones. Para cada uno de ellos se designó un grupo de trabajo compuesto por representantes de la industria, de las universidades y de los centros de investigación, de los ministerios y de organismos de financiación. El proceso estuvo administrado por la Agencia Nacional de Tecnología (TEKES), que determinaba a un núcleo de tres o cuatro personas en cada grupo de trabajo, como eje de las actividades, y de quince a treinta expertos, bien como miembros del panel o como revisores. En total, durante el proceso intervinieron unas ciento cincuenta personas representantes de los organismos antes citados.

5

Análisis comparado de los cinco países más significativos que han realizado este tipo de estudios en la Unión Europea



5.1 Explicación del método adoptado

Como ya se ha indicado previamente, el análisis que se ha llevado a cabo se ha centrado exclusivamente en cinco países: Alemania, Francia, Gran Bretaña, Holanda y Suecia. Las razones de esta elección se han debido a múltiples factores. La primera de ellas, y sin duda la más fundamental, es que estos países son los que poseen una mayor tradición en este tipo de estudios, han realizado, en algunos casos, diferentes fases de los mismos y, consecuentemente, han ido variando sus enfoques de acuerdo con los resultados obtenidos en las ocasiones precedentes. La segunda razón es que, dentro de las definiciones planteadas en un apartado anterior, estos países sí han llevado a cabo una verdadera prospectiva tecnológica, no efectuada con una orientación de aplicación inmediata, como sería el caso de haberse enfrentado a una previsión tecnológica, o con otra de análisis de la situación de las diferentes técnicas, como sería el de una evaluación tecnológica. En estos países, aunque en la mayor parte de las ocasiones el objetivo final es, como es lógico, determinar en qué sectores tecnológicos es materia primordial el situarse para lograr una situación preferente en el futuro, este objetivo queda, en parte, en un segundo plano frente al planteamiento del escenario de un posible futuro, deseado y, al mismo tiempo, hipotético por las imprevisibles desarrollos económicos y sociales.

En los cinco países estudiados se han tomado, en todos los casos, las mismas agrupaciones de tecnologías. Estas agrupaciones son, lógicamente, arbitrarias y cada uno de estos países ha adoptado diferentes entornos y diferentes planteamientos. Una parte significativa de este análisis ha consistido en intentar agruparlas en áreas equivalentes. Estas agrupaciones podrían haberse realizado de muchas otras maneras y, con toda seguridad, otros autores enfrentados a este mismo problema posiblemente habrían adoptado diferentes planteamientos. No se pretende, en consecuencia, aseverar que este planteamiento es el único posible, sino que es «uno de los múltiples posibles», quizás todos ellos tan válidos como el tomado.

Derivado del hecho anterior surge uno de los principales problemas encontrados en la realización del estudio: una misma técnica, un mismo dispositivo, una misma aplicación, puede encontrarse repartido en algunos casos en varias áreas tecnológicas de un país. En otros, por el contrario, una cierta actividad tecnológica de un país se encuentra repartida por muy diferentes entornos, siendo necesario, en consecuencia, analizar hasta qué punto su grado de concordancia es lo suficientemente alto para poder considerarlas análogas. Esta situación, a modo de ejemplo, queda claramente ejemplificada en el caso del área de los «sensores». En determinados países, esta actividad aparece como preferente de manera aislada y todas las posibles tecnologías relacionadas con ellos, así como todas sus posibles aplicaciones. En otros, por el contrario, dentro de cada tecnología aparece un apartado en el que se destacan los sensores que se pueden desarrollar a partir de la misma o, dentro de cada aplicación, aparecen los sensores que podrían ser válidos para su desarrollo. El caso contrario es el que aparece, como nuevo ejemplo, en la

transmisión de imágenes a través de los nuevos sistemas de comunicaciones. Dado que su aplicación puede ir desde la de la transmisión de imágenes médicas hasta la de imágenes captadas por satélites para aplicaciones en agricultura, el problema que se plantea es el de introducirse en los conceptos empleados para ver si, realmente, ambas técnicas son análogas y pueden incorporarse en un mismo entorno tecnológico. Estos problemas han sido algunos a los que los autores del presente trabajo se han enfrentado y a los que han tratado de dar una solución que, en algunas ocasiones, puede no ser absolutamente correcta.

El siguiente problema al que se han enfrentado los autores ha sido el de cómo plantear los posibles resultados derivados del análisis realizado. La forma habitual de hacerlo, en casi todos los escasos estudios realizados de este tipo, ha sido a base de realizar tablas en las que los ejes de coordenadas de las mismas eran, por un lado, las agrupaciones de tecnologías y, por otro, lo que cada país había planteado. Esta solución es válida, pero, a nuestro entender, no da una visión inmediata de las coincidencias o las discrepancias entre unos países y otros. Si lo que se pretende es ofrecer una visión general de los diferentes planteamientos y de cuáles han sido los resultados, los autores han estimado qué representaciones gráficas dan una información más global y, al mismo tiempo, ofrecen una mayor facilidad de enfrentamiento con el resultado. Debido a ello, la solución tomada ha sido la de adoptar diferentes polígonos, cada uno con el número de lados que fuera preciso para una mayor clarificación del resultado. Así, dependiendo de la tecnología estudiada, se han tomado triángulos, cuadriláteros, rombos, pentágonos y hexágonos. Dentro de ellos, cada línea tecnológica se ha encerrado dentro de una superficie elíptica que, aproximadamente, representa su proporción dentro del total del entorno tecnológico considerado.

Las áreas tecnológicas seleccionadas son las extraídas del estudio de Gran Bretaña. El motivo de esta elección se ha debido al hecho de considerar que las mismas dan una visión muy completa de las tecnologías en uso y además desde una perspectiva en la que es relativamente fácil encuadrar las de los otros países. En cualquier caso esta elección es totalmente personal de los autores.

Una vez adoptada esta representación geométrica de las diferentes áreas tecnológicas, a cada uno de los lados del polígono considerado se le ha asignado un calificativo que, otra vez aproximadamente, indica cuál es su incidencia dentro de dicha área. Así, en la mayor parte de los polígonos tecnológicos tomados, aparece casi siempre un epígrafe para uno de sus lados que indica «tecnologías básicas» o «tecnologías soporte». Con ello se señala que las elipses correspondientes a las líneas tecnológicas que se encuentran próximas, centran su actividad en el desarrollo de actividades que son fundamentales para la elaboración de sistemas, o equipos, o aplicaciones, pero que no son finalistas en sí mismas. Como ejemplo concreto, y que luego veremos con más detalle, está el caso concreto de la microelectrónica, que, aunque fundamental para el desarrollo de casi todas las tecnologías de nuestros días, no es una línea finalista, sino que se desarrolla para posteriormente conseguir un fin con ella.

Es preciso señalar, de nuevo, que los epígrafes tomados para cada uno de los lados de los polígonos considerados no son los únicos posibles: son los que los autores, en el momento de su confección, estimaron se acercaban más a lo que entendieron era el objetivo primordial de la tecnología estudiada, así como de las líneas particulares que englobaba. Con toda seguridad, otros autores hubieran tomado otros epígrafes, de la misma manera que, muy posiblemente, hubieran también adoptado otra forma de polígono; pero dado que, dentro de nuestro conocimiento, esta forma de representación para el análisis comparativo de estudios prospectivos es la primera vez que se adopta, los matices o las variaciones que puedan introducirse servirán para mejorarla y todo error que se haya podido introducir se ha derivado del intento de realizar un planteamiento con un cierto grado de originalidad.

El siguiente punto que necesita sacarse a la luz es el de la realización concreta del contenido de cada uno de los polígonos tecnológicos analizados. Es evidente que las elipses correspondientes a cada una de las líneas tecnológicas consideradas podrían haber sido planteadas *ex novo* por los autores del presente análisis. Pero esta elección habría introducido, quizás, una complicación adicional a los problemas planteados en los párrafos anteriores. Debido a ello los autores han adoptado un planteamiento en cierta forma más conservador, pero que, a su vez, permite al mismo tiempo realizar la comparación entre países, que era el objetivo central de este estudio, de una manera más directa y, sobre todo, más clara. La solución adoptada ha sido la de tomar, como punto de partida, las líneas existentes en el estudio prospectivo de un país y, más en concreto, de aquel que se ha considerado había realizado una mayor desagregación de las posibles líneas y tomarlas como base. En la mayor parte de los casos, el país tomado ha sido Francia, cuyas líneas tecnológicas aparecen plenamente diferenciadas. Se ha representado el polígono tecnológico correspondiente a las mismas y se ha representado de forma individualizada. Las elipses tecnológicas del resto de los otros cuatro países estudiados, en los siguientes polígonos, se han representado sobre las del país tomado como referencia. La diferenciación entre unas y otras se ha llevado a cabo mediante una variación en el tono de grises empleados que, destaca de forma clara la correspondiente al nuevo país estudiado y deja en un segundo nivel, con tonos mucho más suaves, las correspondientes al país tomado como referencia. Esta representación permite dos resultados al mismo tiempo: el primero es, claramente, relacionar cuáles son las preferencias tomadas en cada uno de los casos; el segundo, que es el central de nuestro estudio, consiste en ver el grado de superposición de líneas tomadas o qué líneas son particulares de un único país y no aparecen en los otros.

Es evidente que la anterior representación, de tomar un país como referencia y sobre él superponer a cada uno de los restantes objeto del estudio, implica una cierta prioridad de uno sobre otros. Este posible problema admite una solución inmediata y que podría hacerse sin ningún inconveniente de forma directa: realizar el mismo estudio de forma multivariante, esto es, comparar todos con todos. No se ha hecho por dos motivos: primero porque, debido a la manera en la que

se presentan los resultados de cada polígono tecnológico, que es de manera consecutiva, es inmediato hacerlo por simple comparación; segundo, quizás más simplista, es que en lugar de presentar cinco polígonos por cada área tecnológica, habría sido necesario presentar un total de quince por cada una de ellas (tomando cada país por separado y relacionándolo a continuación con el resto). Teniendo en cuenta que las áreas consideradas han sido ocho, nos daría un total de ciento veinte polígonos que consideramos habría enmascarado, más que clarificado, el resultado.

5.2 Comparación general de grandes bloques de tecnologías

5.2.1 Estructura del planteamiento de Gran Bretaña

De acuerdo con lo planteado en el apartado anterior, la base para la realización de la presente comparación ha sido el conjunto de líneas adoptadas en el análisis prospectivo de Gran Bretaña, publicado en el año 1995. El polígono tomado ha sido un cuadrado y en él se han determinado los cuatro aspectos que se han considerado más significativos de las tecnologías consideradas:

- a. Tecnología, ingeniería y ciencia básica.
- b. Explotación de la tecnología.
- c. Gestión de productos y recursos humanos.
- d. Factores sociales, políticos y de regulación.

Cada uno de ellos se ha situado en uno de los vértices del cuadrado, como puede apreciarse en la figura 1. Una explicación muy básica de dichos factores, y el porqué de su adopción, así como su situación geométrica en el polígono, se deriva de los aspectos que más influyen sobre las tecnologías existentes. Algunas, como los «Materiales» o los «Productos Químicos», son el fruto de una actividad tecnológica que, en parte, tiene sentido en sí misma, como creadora de Ciencia y Tecnología básicas, pero que no inciden, desde el mismo momento de su creación en la sociedad (tomada ésta en un sentido global: industria, servicios, grupos humanos, etc.), sino que lo hacen después, cuando son incorporadas a un determinado servicio o a un uso concreto. Por ello aparecen en el vértice inferior izquierdo, próximos al epígrafe que se ha denominado «Tecnología, Ingeniería y Ciencia Básica». Las «Comunicaciones», por el contrario, se encuentran próximas al vértice de «Explotación de la Tecnología», dado que su función es esencialmente esa: aprovechar una tecnología existente y extraer de ella su máximo rendimiento. Entre las «Comunicaciones» y los «Materiales» se encuentra la línea de «Electrónica y Tecnologías de la Información». Su posición es clara: aprovechan los resultados obtenidos en «Materiales» para la realización de componentes, sistemas o equipos que, posteriormente, serán empleados en otros sectores como el de las «Comunicaciones». Es de señalar que en «Tecnologías de la Información» aparecen conceptos como la realización de software, que podría acercarse al vértice inferior izquierdo, o el diseño de equipos informáticos que, en algunos aspectos, podría acercarse más al vértice inferior derecho.

Según se avanza, por el lado izquierdo del cuadrado, del vértice inferior al superior, el correspondiente a «Gestión de productos y de recursos humanos», las áreas tecnológicas que aparecen van sucediéndose de acuerdo con el mayor o menor grado de contenido básico o aplicado que presentan. Así, «Salud y Cien-

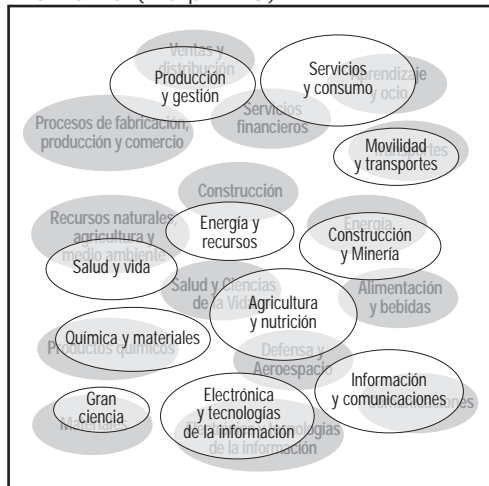
cias de la Vida» poseen unos caracteres mixtos de investigación y desarrollo básicos, principalmente en la línea de «Ciencias de la Vida», pero también se aproximan al de «Gestión de recursos humanos», por ejemplo en los aspectos hospitalarios o asistenciales. Algo equivalente ocurre en el entorno de «Recursos naturales, Agricultura y Medio Ambiente», mezcla de muy diversas tecnologías y, consecuentemente, con un gran contenido de matices. El vértice superior izquierdo se encuentra ya ocupado por tecnologías que, claramente, se separan de las básicas y atienden a aspectos puros de «Gestión de productos», como pueden ser «Ventas y Distribución» o de «Gestión de recursos humanos», o «Procesos de Fabricación, Producción y Comercio». Evidentemente, la mezcla de unos temas con otros es fuerte y su separación casi imposible.

Finalmente, el ángulo superior derecho, el que se corresponde con «Factores sociales, políticos y de regulación», aunque por una parte ambiguo en cierta forma, por la mezcla de conceptos como «regulación» o «factores sociales» o «factores políticos», en él quedan incluidos de hechos todos aquellos aspectos en los que tanto las propuestas de los organismos gubernamentales como las demandas sociales, determinan la realización de políticas que condicionan el fomento o la aplicación de ciertas tecnologías, como pueden ser las que determinan las formas y los modos de transporte o cómo invierte la sociedad el tiempo que pueda dedicar al ocio o cómo se estructura para su educación.

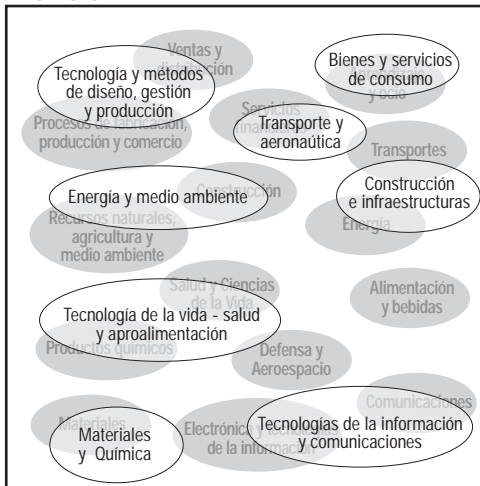
En el interior del cuadrado, como puede apreciarse, aparecen otros entornos tecnológicos como «Construcción» o «Servicios financieros», cuya situación queda en una posición intermedia entre los dos vértices superiores. Resulta evidente que esta posición viene derivada del hecho de que tanto los factores humanos como los factores sociales influyen, de hecho, en su evolución. De forma análoga, en posiciones equivalentes, pero desplazadas hacia el lado inferior, se encuentran sectores como el de «Energía», cuya generación, estudio e importancia social, hace que, prácticamente, todos los vértices planteados tengan incidencia sobre ella. «Defensa y Aeroespacio», cuyo contenido puede ser muy diferente dependiendo de las políticas planteadas por los correspondientes gobiernos y la importancia prioritaria que otorguen o no a sus programas específicos, es participe también de un equilibrio de los cuatro vértices, aunque, por su propio carácter, con una incidencia más acusada en los aspectos básicos y de explotación de otras tecnologías y, por ello, ligeramente desplazada hacia el lado inferior.

Como detalle adicional a lo anterior, es preciso señalar que la superficie de las correspondientes elipses asignadas a cada sector no se corresponde con la importancia que, según un detalle más concreto de cada programa y que más adelante se verá, tienen. La asignación que se ha dado responde más a un afán de clarificar entornos y poder diferenciar unos de otros que a la antedicha importancia relativa.

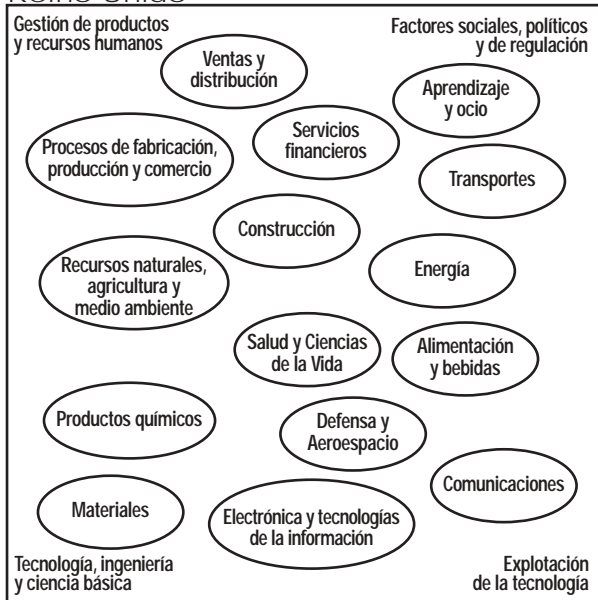
Alemania (Delphi'98)



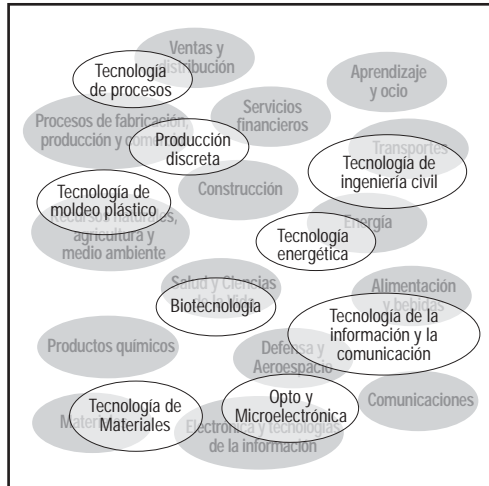
Francia



Reino Unido



Holanda



Suecia

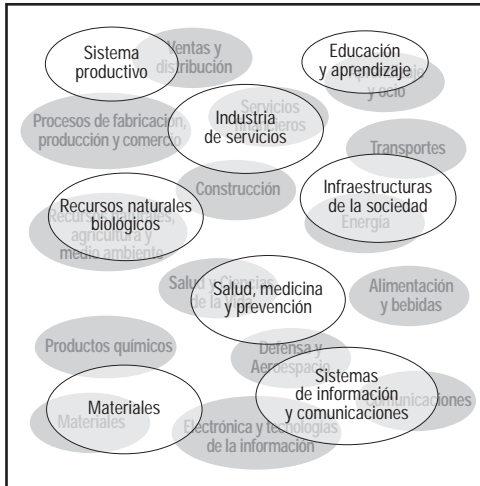


Figura 1. Comparación general de grandes bloques de tecnologías

5.2.2 Estructura del planteamiento de Holanda: comparación con el de Gran Bretaña

Desde un punto de vista lógico, cualquier análisis efectuado por un país de las características de Holanda, con una población y una estructura significativamente menos compleja que la de Gran Bretaña, ha de tener unas características más reducidas y, quizá también, menos estructuradas. Las grandes áreas tecnológicas planteadas en su estudio prospectivo son notoriamente más simplificadas que las vistas en el apartado anterior. Todo ello queda de manifiesto en la figura 1. A pesar de ello, y como puede apreciarse, las que desde un punto de vista conceptual son significativas desde cualquier planteamiento que se pueda hacer, aparecen también aquí. Áreas como «Materiales», «Microelectrónica» y «Tecnologías de la Información y las Comunicaciones», aparecen en posiciones análogas. Únicamente se presenta, como elemento adicional, la «Optoelectrónica», que no aparecía de manera diferenciada en el caso anterior, pero que, como se verá después, sí se encuentra incorporada como parte de la línea de «Comunicaciones» en el análisis de Gran Bretaña.

Análogamente, como puede apreciarse en el vértice superior izquierdo, los tres entornos que aparecen ahora relacionados con «Gestión de productos y de recursos humanos» toman una diferente visión dividiéndose entre «Tecnología de procesos», «Producción discreta» y «Tecnología de moldeo plástico». Este planteamiento responde a un énfasis otorgado al entorno de la producción, como factor esencial para el segmento industrial, sin que aparezcan elementos relacionados con su venta o distribución, como en el caso de Gran Bretaña. No aparece ninguna aportación a lo que pudieran denominarse «aspectos sociales», como el ocio o la educación, ni, evidentemente, por las características propias de Holanda, a Defensa o Aeroespacio, temas estos que, curiosamente, sí parecen de importancia significativa en este país dada la presencia allí de la Agencia Espacial Europea. La energía, planteada aquí como «Tecnología energética» sigue contando con una presencia similar, aunque con una diferencia en detalles que será analizada posteriormente.

Dos aspectos se presentan aquí que merecen ser destacados. El primero es la importancia dada a la «Tecnología de Ingeniería Civil», y cuyo detalle, que veremos más adelante, será uno de los pocos aspectos que diferencian significativamente al planteamiento holandés del de otros estudios. El segundo es la unificación en el concepto de «Biotecnología» a una serie de aspectos que, en otros programas aparecen desagregados en varias líneas diferenciadas.

Como aparecerá en los siguientes casos, las líneas de Gran Bretaña, se presentan aquí en un segundo nivel, con una tonalidad más tenue que la de Holanda.

5.2.3 Estructura del planteamiento de Francia: comparación con el de Gran Bretaña

Los grandes bloques que aparecen en este caso son, conceptualmente, muy análogos a los que ya hemos visto en Gran Bretaña. Únicamente, como puede apreciarse en la figura 1, los bloques son conceptualmente más amplios y engloban a varios que, en el caso de referencia, se presentaban desagregados. El detalle que se dará más adelante, reforzará esta impresión. Tan sólo señalaremos que, dado el carácter de país con unas características dimensionales significativas, entornos como el de Aeronáutica vuelven a presentarse de forma diferenciada.

La comparación con Gran Bretaña, que se ve en la misma figura, muestra claramente lo anterior

5.2.4 Estructura del planteamiento de Alemania: su comparación con el de Gran Bretaña

La comparación que se ha hecho, en este caso, se refiere al último Delphi realizado en Alemania que, en su momento, fue comparado con el realizado en Japón y que, como se ha comentado antes, coincidieron ambos estudios en una porcentaje realmente alto, en todos los temas tratados. Igual ocurre ahora si lo comparamos, al menos en los grandes bloques, con el de Gran Bretaña (figura 1). Quizás la única diferencia importante que se presenta ahora es la de un entorno que únicamente aparece en Alemania y no lo hace en ningún otro caso. Es el que se refiere a lo que se denomina «Gran Ciencia» y que se dirige, esencialmente hacia las grandes instalaciones de carácter experimental como grandes aceleradores que requieren una serie de infraestructuras y de recursos, tanto humanos como materiales, a los que muy difícilmente pueden tener accesos países sin un potencial como el alemán. El resto de los entornos tomados, vuelve a repetir los vistos en anteriores ocasiones.

5.2.5 Estructura del planteamiento de Suecia: comparación con el de Gran Bretaña

El haber realizado el análisis de un país como Suecia, que posee unas características que le separan del potencial de los tres grandes que hemos visto en los apartados 5.2.1, 5.2.3 y 5.2.4 es más que por los grandes bloques que se presentan en la figura 1, por el concepto que se tuvo al plantearlos, que no aparece en la figura indicada, pero que serán destacados en un apartado posterior. Y el concepto fue más el de intentar dirigir el estudio hacia las prioridades futuras que planteaba la sociedad que hacia cómo serían las tecnologías al cabo de un cierto tiempo.

Como es lógico, no aparecen aquí entornos como el de Aeroespacio, que no parecen temas de interés preferente en países de este nivel, ni tampoco lo hace el de Energía, aunque, como se verá después, sí lo hace entrelazado en otras áreas. Pero por el carácter social al que hemos aludido antes, sí se presentan, por el contrario, dos entornos que no figuran con un carácter tan diferenciado en algunos de los países que pueden considerarse como «grandes». Estos entornos son el de «Educación y aprendizaje» y el de «Infraestructuras de la Sociedad». Su detalle será visto más adelante. El resto de los temas, como puede verse en la figura 1, es análogo conceptualmente, al de Gran Bretaña y, por ende, al de los otros países analizados.

5.3 Comparación individualizada de las grandes líneas tecnológicas

5.3.1 Consideraciones generales

El estudio comparativo que se va a presentar a continuación incide ya, de manera mucho más detallada, en los contenidos particulares que cada uno de los análisis prospectivos realizados por los países estudiados ha incluido en los mismos. Pero, de análoga manera a como se ha indicado anteriormente, el obtener un paralelismo completo es imposible por la diferencia de matices y de enfoques introducidos por unos y por otros. En cualquier caso, y dentro de nuestro conocimiento de los temas, se ha intentado alcanzar el mayor grado de concordancia posible y, dentro de este conocimiento, esperamos que las discrepancias que puedan plantearse por expertos más especializados en cada uno de los temas concretos, sean mínimas.

Para la comparación de líneas tecnológicas dentro de cada área, el planteamiento que se ha realizado aquí, aunque conceptualmente con parámetros y estructuras idénticas a las presentadas en el apartado anterior, ofrece unas pequeñas variantes que necesitan ser comentadas.

En el caso del análisis de los grandes bloques de tecnologías, la base de comparación fue la realizada por Gran Bretaña y sobre ella se superpusieron las elipses tecnológicas del resto de los países. Si, en aquel momento, se procedió de dicha manera fue porque la desagregación que planteaba dicho país se estimó la más conveniente como punto de referencia. Pero en el caso presente, el país que se ha tomado como referencia ha sido Francia. La razón de ello estriba en que los bloques tecnológicos en los que basa su análisis son, por una parte, más reducidos en número y, consecuentemente, permiten una mejor comparación con los presentados por otros países que puedan haber introducido, como ya se ha visto, un número mayor de ellos o, en su caso, mucho menor. Por otra parte, y esta razón se contrapone con la anterior, la desagregación en líneas tecnológicas efectuada por Francia dentro de cada uno de sus grandes bloques tecnológicos, es lo suficientemente detallada para poder encauzar las líneas adoptadas por el resto.

Así, dentro de cada polígono tecnológico tomado, el que servirá de partida será el basado en el planteamiento francés y el del resto de los países se superpondrá, de análoga manera a como se hizo en el caso anterior, esto es, dando a las líneas de Francia unos tonos más suaves que los dados al país analizado en ese momento.

Comentario merece el polígono adoptado para cada bloque tecnológico. Como podrá apreciarse, el número de lados de dichos polígonos es diferente en cada caso. La razón de esta disparidad se debe, como parece lógico, al número de posibles soportes, tendencias o aplicaciones que tienen lugar en cada ocasión. Así se han considerado triángulos, cuadriláteros, trapecios, pentágonos y hexágonos. Se ha intentado que el número de lados presente sea el menor posible para facilitar una mejor y más rápida comprensión del contenido. También, igual que antes, los epígrafes dados a cada uno de estos lados, que en esta ocasión se han situado paralelos a los lados de los polígonos y no en sus vértices como

en el caso anterior, ha sido puramente una interpretación de las elipses tecnológicas que aparecen en el interior. Es muy posible que estos epígrafes pudieran ser otros y, como hemos dicho antes, la opinión de expertos especializados en cada uno de los temas puede dar una mayor realidad al nombre aquí planteado. En cualquier caso, y dado que es la primera iniciativa de una representación como la presente, esperamos que las deficiencias sean las mínimas posibles.

De acuerdo con todo lo anterior, los grandes bloques, polígonos tecnológicos en nuestra representación, adoptados han sido los siguientes:

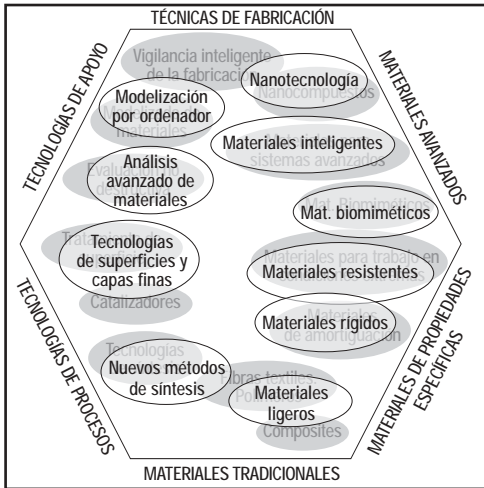
- a. Materiales-Química.
- b. Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones.
- c. Tecnologías de la Vida-Salud-Agroalimentación.
- d. Energía-Medio Ambiente.
- e. Construcción-Infraestructuras-Hábitat.
- f. Transporte-Aeronáutica.
- g. Ingeniería de Procesos y Gestión.
- h. Bienes y Servicios de Consumo.

A cada uno de ellos dedicaremos los siguientes apartados, estudiando en cada uno los resultados presentados por cada país, más desde un punto de vista comparativo que de análisis de las tecnologías, técnicas, aplicaciones o usos tomados. No comentaremos, de forma detallada, cada una de las elipses tecnológicas, ya que estimamos que la imagen gráfica dada por la representación poligonal proporciona una visión más directa del tema. Únicamente serán comentados aquellos aspectos, de determinados países que, por omisión o por inclusión con referencia al resto, merezcan ser objeto de una mención específica.

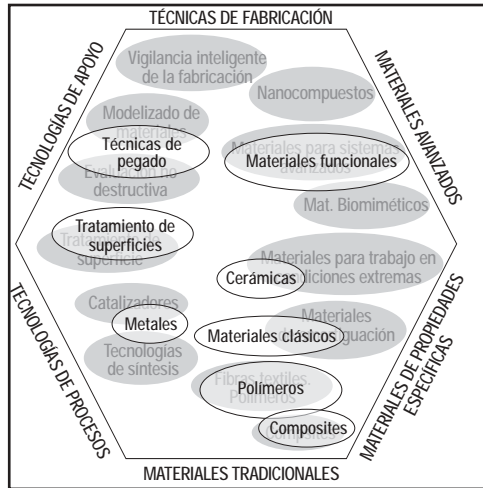
5.3.2 Materiales-Química

La representación tomada, en este caso, ha sido la de un hexágono en el que tres de sus lados se han destinado a los tres grandes grupos de materiales en los que los hemos dividido: «Materiales Tradicionales», «Materiales de propiedades específicas» y «Materiales Avanzados». Los otros tres se han encaminado al conjunto de procesos que sirve de base bien para su fabricación o para estructurarlos en la manera precisa para que, posteriormente, puedan ser usados en el resto de las Tecnologías. Estos lados son «Tecnologías de Procesos», «Tecnologías de apoyo» y «Técnicas de fabricación». En el caso concreto de «Tecnologías de apoyo» aparecerá, como veremos más adelante, y puede apreciarse en la figura 2, una elipse tecnológica que está íntimamente relacionada con otra gran área temática. Es lo que en el caso de Francia se presenta como «Modelizado de materiales» y que, como su mismo nombre indica, su conexión con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y más en concreto con todos aquellos aspectos relacionados con el software de diseño, es completa. Por eso se ha incluido como Tecnología de Apoyo porque, de hecho «apoya» en el diseño y la confección de nuevos materiales.

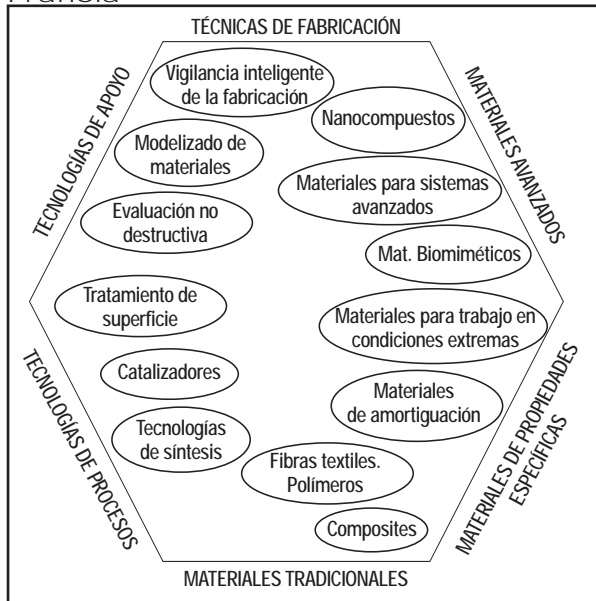
Suecia



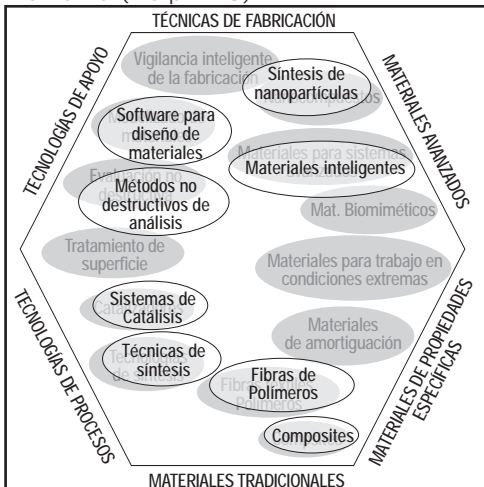
Holanda



Francia



Alemania (Delphi '98)



Gran Bretaña

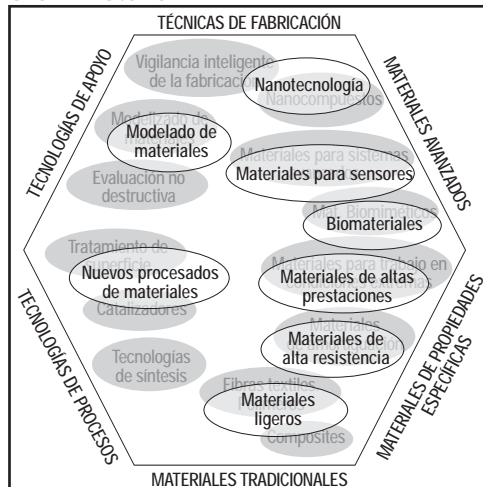


Figura 2. Comparación general de grandes líneas en Materiales-Química

Otras líneas, como «Tecnologías de síntesis», «Catalizadores» o «Tratamiento de superficies», aparecen conexas con la línea de «Tecnologías de procesos», ya que se ha considerado que constituyen técnicas que configuran un proceso conducente a una determinada propiedad o una determinada forma de actuación.

Por lo que respecta a la diferenciación dada entre «Materiales de propiedades específicas» y «Materiales avanzados», la razón de esta diferencia se ha basado en un factor que, como otros, puede ser cuestionado pero que ha sido uno de los posibles para distinguir unos de otros. En «Materiales de propiedades específicas» se han incluido aquellos que, pudiendo derivarse de materiales «tradicionales», gracias a nuevas formas de fabricación o de tratamiento, han adquirido propiedades que antes no tenían, como pueden ser la resistencia a impactos o la posibilidad de trabajar en condiciones extremas de temperatura o de presión. Por el contrario, en «Materiales avanzados» se han incluido aquellos que han surgido recientemente y lo han hecho merced a la aparición de nuevas propiedades o nuevas técnicas de carácter básico, como puede ser el caso de los materiales biomiméticos o el de los basados en propiedades cuánticas.

De acuerdo con todo lo anterior y sin entrar, como se ha dicho antes, en el detalle concreto de todos y cada uno de los países analizados, pasemos al análisis de los resultados obtenidos.

Y el principal resultado de un primer análisis efectuado, con la simple comparación de los cinco hexágonos presentados, es que en un porcentaje muy elevado, prácticamente todos los países plantean idénticos tipos de materiales e idénticas técnicas de apoyo a su fabricación o a su mejora. Las diferencias existentes entre unos y otros son mínimas. Así, en todos ellos aparecen materiales que, con unos nombres o con otros, se encuadran dentro de un epígrafe general que podría ser «Nanocompuestos» o «Nanotecnología». Aparecen técnicas de diseño de materiales mediante software. Aparecen materiales que, genéricamente, podrían designarse como «de altas prestaciones» y que, según los casos, se desagregan en «ligeros», «resistentes a impactos», «resistentes a condiciones extremas» o terminologías similares. Aparecen, más o menos explícitamente, materiales relacionados con su aplicación a la Biología y, más en concreto, a su uso en aplicaciones médicas. Aparecen técnicas, denominadas de una u otra forma, para el análisis no destructivo del material y la obtención de sus características tanto en uso como de durabilidad. Aparecen materiales que unas veces se designan directamente con su nombre inglés, ya plenamente aceptado, «composites», o con el de «materiales compuestos».

Por el contrario, y aquí se encuentran algunas de las pequeñas diferencias entre unos y otros estudios, en los países en los que no se pone un énfasis primordial sobre las tecnologías del futuro, sino que aún se mantiene cierto grado de aproximación a las convencionales, nos encontramos elipses tecnológicas expresamente dedicadas a materiales tan usuales como los metales y las cerámicas. Este es el caso concreto de Holanda, en el que, aunque en apariencia, estos

materiales no están presentes en el resto, de una manera indirecta sí lo están, ya que, por ejemplo, las cerámicas son materiales fundamentales para el desarrollo de ciertos tipos de sensores que, en otros países figuran expresamente en este entorno.

La consecuencia final que puede extraerse de este primer análisis es que las diferencias existentes entre unos países y otros son prácticamente nulas y que, de hecho, los resultados a los que llegan son los mismos.

5.3.3 Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

Este entorno es, conjuntamente con el anterior, el área tecnológica en la que las concordancias existentes entre unos países y otros son casi completas. Las razones son numerosas, pero quizás, aunque solo a modo de ejemplo, parece oportuno apuntar aquí la más determinante. La Unión Europea, en los sucesivos Programas Marco que ha ido elaborando desde la década de los años ochenta, ha dado una importancia primordial a estas tecnologías. Gran parte de sus fondos se han destinado a ellas y, en consecuencia, cada país ha intentado encauzar sus líneas de investigación y desarrollo por los cauces que la UE determinaba. Cualquier grupo de expertos que pudiera aportar sus ideas en este terreno solo ha podido encontrarse en dos situaciones. Una es que, a título individual o designado por su gobierno, haya participado en la elaboración de las líneas correspondientes de los antedichos Programas Marco; cualquier nueva opinión que pudiera emitir luego para el análisis prospectivo que se realizase en su propio país únicamente podría ir por cauces análogos a los dados en Bruselas. Otra es que, caso de no haber participado en la anterior elaboración, las líneas que la UE ha estimado como líneas de futuro han sido siempre divulgadas de forma extensiva en todos los foros internacionales, por lo que muy difícilmente un experto al que se pide su opinión puede decir algo diferente a lo que ya ha sido planteado desde un organismo de nivel superior. A todo ello es preciso agregar el hecho de que la máxima potencia mundial en este terreno, Estados Unidos, llevan muchos años planteando lo que ellos han considerado entornos de futuro y, de manera análoga a lo que se ha comentado antes, muy difícilmente puede un experto salir de los mismos.

La superficie tomada en este caso para englobar las diferentes elipses tecnológicas ha sido el trapecio (figura 3). Los cuatro epígrafes considerados han sido:

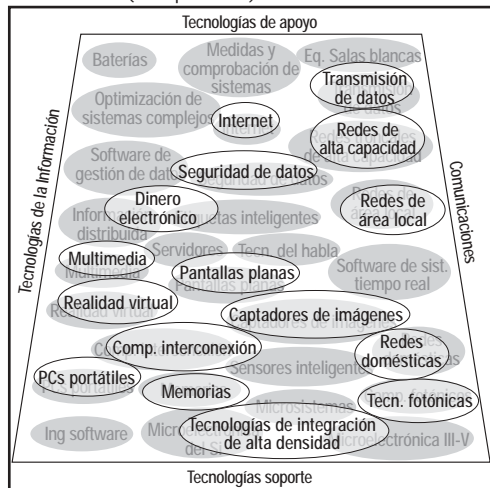
- a. Tecnologías Soporte.
- b. Tecnologías de apoyo.
- c. Tecnologías de la Información.
- d. Comunicaciones.

La razón de no haber tomado un cuadrado, dada la presencia de únicamente cuatro lados es que las «Tecnologías Soporte», entre las que se encuentran, por ejemplo, los diferentes tipos de Microelectrónica, tanto de silicio como de materiales compuestos, o los Componentes fotónicos, dado el desarrollo que están experimentando desde hace más de dos décadas, así como el que en realidad son la base para el avance de este sector, han adquirido una importancia mucho más significativa que la línea correspondiente a las «Tecnologías de apoyo». En esta línea se encuentran, por ejemplo, componentes como las baterías, cuya importancia comienza a ser cada vez mayor, dada la prioridad que se está concediendo a los equipos portátiles; o la realización de «Equipos para salas blancas», o «Cámaras limpias», vitales también para la obtención de la microelectrónica requerida. Es importante señalar que estos temas, en concreto, solo aparecen específicamente diferenciados en el caso francés, aunque de hecho están presentes en todos los demás países englobados dentro del entorno de la microelectrónica. Este hecho podría haber dado motivo para dar al polígono empleado en este caso la forma de un triángulo, aunando las líneas superior e inferior en una única que sirviera de base para el polígono. Se ha optado por el trapecio para diferenciar el pequeño matiz presentado por Francia, sin que esto pueda considerarse una razón de gran peso. Otro hecho que merece justificación es el de la presencia de «Pantallas planas» casi en el centro del polígono. Su posición podría haber sido próxima a la de las baterías, por ejemplo, pero se ha optado por esta situación, dado que su empleo es tanto en Comunicaciones como en Sistemas Informáticos y que, además, su fabricación se encuentra en un nivel superior al de la microelectrónica, por depender de ella, y requieren para su fabricación de algunas de las Tecnologías de apoyo de la línea superior, como por ejemplo las salas blancas.

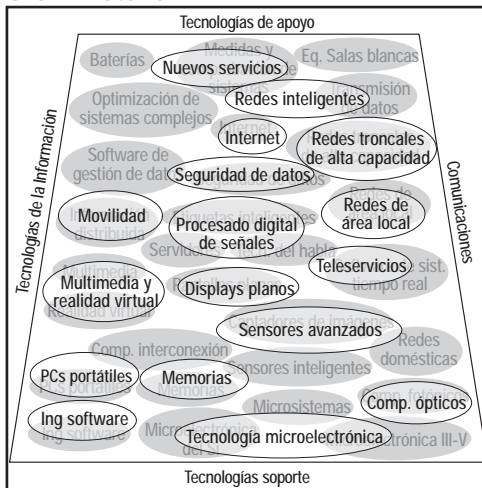
No son muchas más las consideraciones que pueden hacerse ante estos polígonos tecnológicos. Quizás, a modo indicativo, solo cabría señalar que, aunque aparentemente algunos países presentan varias elipses destinadas a diferentes tipos de redes de comunicaciones, como «Troncales de alta capacidad», «Redes de área local» y «Redes domésticas», todas ellas quedan englobadas, en otros países, como por ejemplo Suecia u Holanda, en una única de «Redes de Comunicaciones»: si en los estudios de estos países se desciende a un nivel más detallado, se encontrarían esas mismas líneas.

Un punto que quizás es preciso señalar, y que configura de hecho una de las líneas consideradas en todos los casos de más prioridad para el futuro, tanto desde un punto vista tecnológico, como de necesidades de tipo social, es la presencia, en posición central, de una elipse que alberga el calificativo de «Seguridad». Si parece importante el desarrollo de nuevos sistemas de comunicaciones o de tratamiento de la información, no lo es menos el de mantener la seguridad requerida en todos ellos.

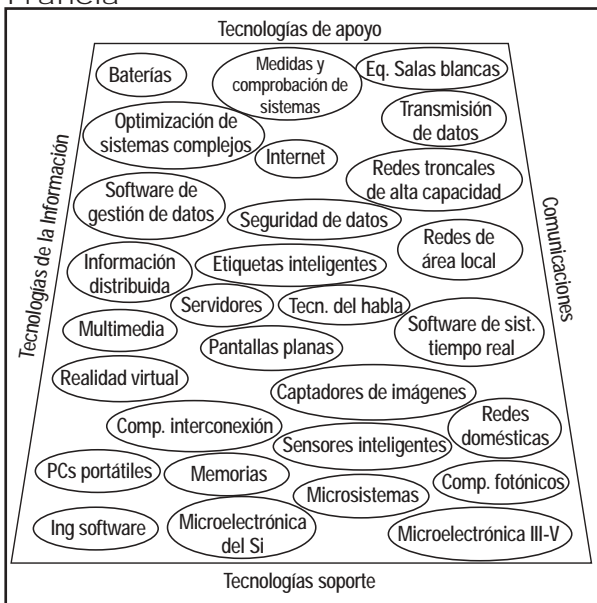
Alemania (Delphi '98)



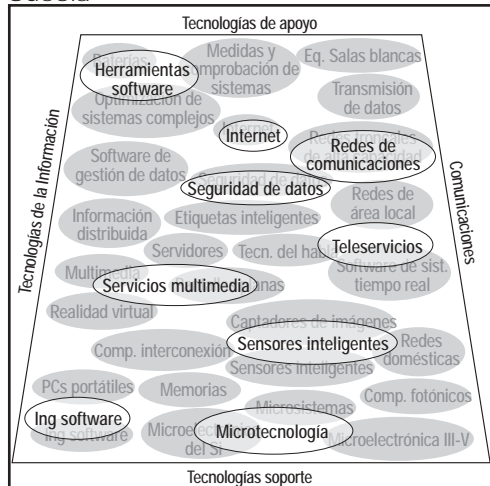
Gran Bretaña



Francia



Suecia



Holanda

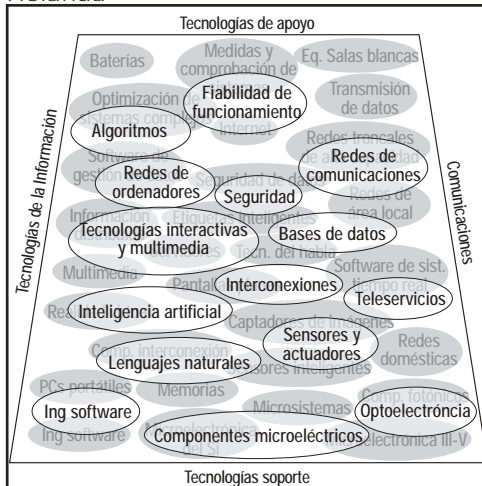


Figura 3. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

5.3.4 Tecnologías de la Vida-Salud-Agroalimentación

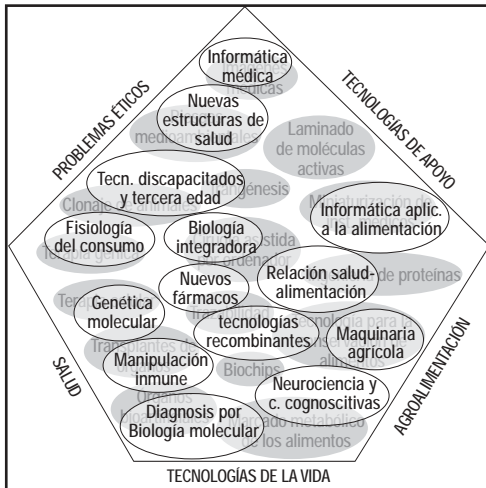
Para este sector tecnológico, el polígono adoptado ha sido el pentágono (figura 4). La razón se debe, exclusivamente, a que en tres de sus lados hemos situado las tres tecnologías que configura el presente apartado y hemos reservado los otros dos para localizar, en la proximidad de una de las restantes, las tecnologías que, como en otras ocasiones, hemos designado «de apoyo» y, en la de la otra, los posibles «Problemas éticos» que plantean en algunos casos la adopción de estas nuevas tecnologías.

La elección de este polígono tecnológico puede considerarse que es, en parte, el que más problemas ha planteado a los autores del presente trabajo. Ello se ha debido a que los planteamientos de los distintos países en lo que se refiere a estas tecnologías es muy dispar. En concreto, en el caso de Gran Bretaña este entorno se correspondería con dos muy diferenciados: «Salud y Ciencias de la Vida» y «Alimentación y bebidas». En el caso de Alemania, la situación es, incluso, más compleja; el estudio alemán plantea cinco entornos que se corresponden con el presente: «Medicina», «Nutrición», «Biotecnologías», «Tecnología de alimentos» y «Agricultura sostenible». La solución adoptada ha sido plantear en un único polígono todas aquellas tecnologías y técnicas que, de una manera u otra, tienen relación con temas relacionados con Ciencias y Tecnologías de la Vida, en su acepción más amplia, tanto en lo que afecta a temas puramente sanitarios como a los relacionados con la alimentación humana, como a los que sirven para plantear desarrollos que puedan contribuir a la mejora de los anteriores campos.

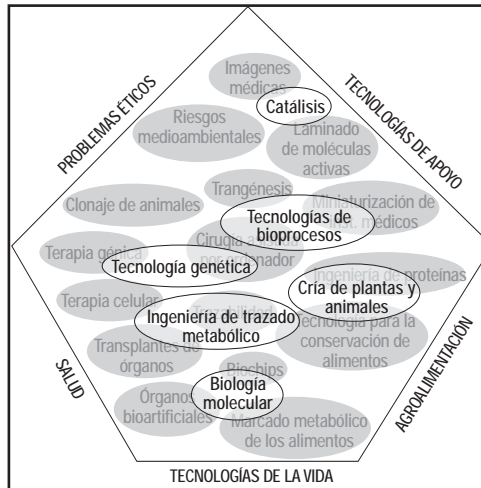
Con este planteamiento, los resultados obtenidos, aunque no tan claramente coincidentes como en los dos polígonos previos, poseen también unos grados de coincidencia notorios. Y esta coincidencia sería mucho más manifiesta si se aunasen las distintas temáticas, nuestras «elipses tecnológicas», en agrupaciones que tuvieran un carácter más unitario, como, por ejemplo, «Nuevas terapias», «Nuevos órganos naturales y artificiales», «Ingeniería de alimentos» o «Biotecnología». En ese caso, casi todos los países presentarían entornos similares de actuación.

En cualquier caso, en el análisis de los tres países de mayor dimensión, los resultados obtenidos son bastante más coincidentes que en el de los dos más pequeños, Holanda y Suecia. En el caso de éste último es de señalar un resultado que, como se analizará posteriormente, merece especial mención. Es el que se refiere al enfoque dado al entorno de la alimentación, en el que sus temas prioritarios poseen una orientación netamente ecológica y orientada a un mejor control de los problemas sanitarios derivados de determinados tipos de alimentos. Igual ocurre en la línea de los «Problemas éticos», donde se presenta como tema preferente el de informar a la sociedad de los nuevos productos y de su posible incidencia tanto en sentido positivo como negativo.

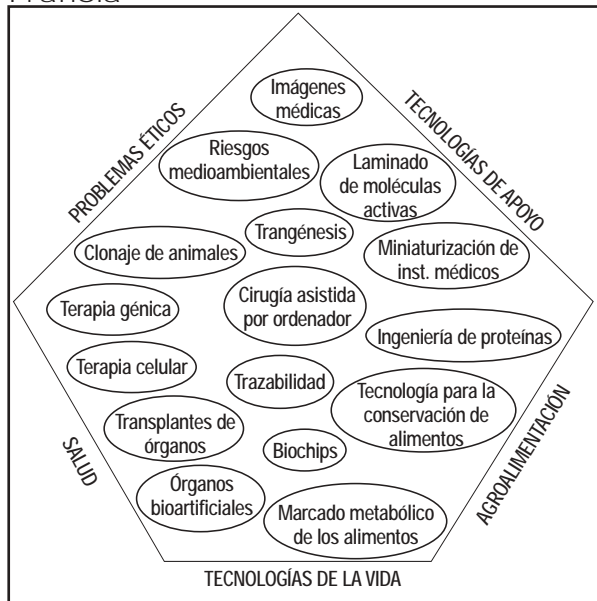
Gran Bretaña



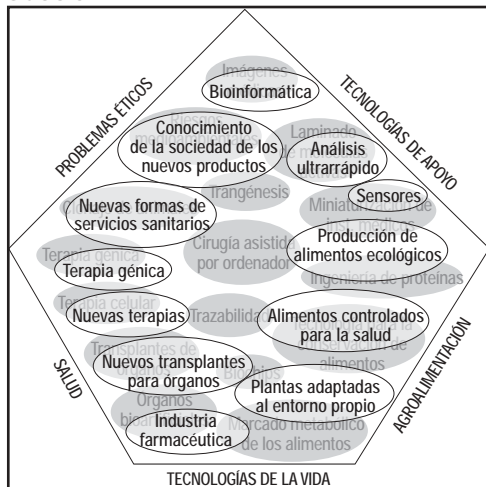
Holanda



Francia



Suecia



Alemania (Delphi '98)

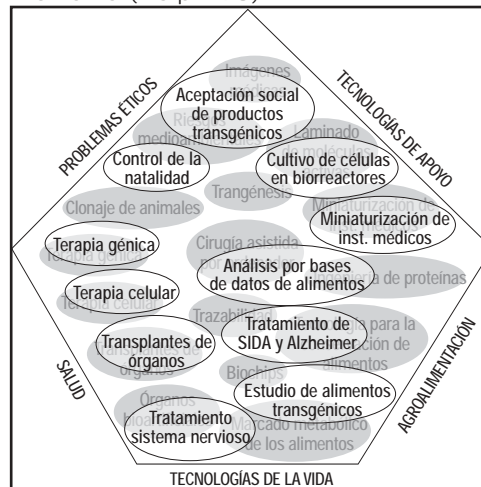


Figura 4. Comparación general de grandes líneas en Tecnologías de la Vida-Salud-Agroalimentación

Otro aspecto que se ha de señalar y que de nuevo se debe a la diferencia de enfoque adoptados en unos países y otros, es el de la aparición de temas relacionados con algún tipo de aplicación de las Tecnologías de la Información en este polígono sectorial. Francia, Gran Bretaña y Suecia ofrecen líneas relacionadas con ellas, mientras que no aparecen en los dos restantes. Como en anteriores ocasiones, un descenso al nivel inferior de desagregación indicaría que temas similares se encuentran, en dichos países, incluidos en otros segmentos tecnológicos.

Como resumen final de todo lo anterior podría decirse que, en este caso, las tendencias planteadas en los diferentes estudios prospectivos de estos países, aunque concordantes un nivel significativo, no alcanza al casi 100% que lo hacía en los dos anteriores.

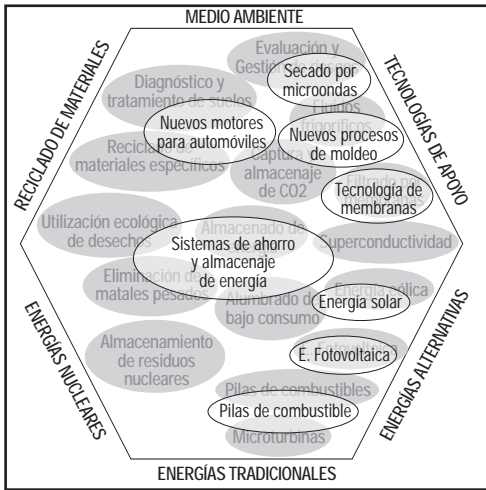
5.3.5 Energía-Medio Ambiente

Como en el caso de «Materiales», el polígono adoptado en esta ocasión ha sido el hexágono, que permite dedicar tres de sus lados a tres enfoque diferentes de la energía —«Energías tradicionales», «Energías nucleares» y «Energías alternativas»—, mientras que los tres restantes quedan dedicados, uno a lo que genéricamente, como en otras ocasiones, hemos designado como «Tecnologías de apoyo» y los otros dos a aquellos aspectos directamente relacionados con la energía y cuya incidencia presente y futura puede ser importante: «Reciclado de materiales» y «Medio Ambiente».

La diferencia, en esta ocasión, entre unos países y otros es importante. Y la causa queda plenamente justificada por las características de cada uno de ellos que han planteado, desde un punto de vista político y social, el problema energético desde puntos de vista muy dispares. Así, por ejemplo, como puede verse en la figura 5, únicamente son Francia y Gran Bretaña los que poseen líneas prioritarias relacionadas con la Energía Nuclear. Y, en ambos casos, el planteamiento es también similar: «Desmantelamiento de tecnologías nucleares» en el caso británico y «Almacenaje de residuos nucleares» en el francés. Nada relacionado con el futuro de esta energía está presente, al menos en los documentos presentados públicamente. En los otros tres países estudiados no aparece ninguna referencia a esta energía.

Por el contrario, las «Energías Alternativas» sí están presentes en todos los casos. Pero los matices que ofrecen son significativos: en cada uno de los casos responden a las características del país. Mientras que la energía proveniente de procesos derivados de la energía solar, bien en la forma fotovoltaica o en otras más tradicionales, está presente en Francia, Gran Bretaña y Alemania, por el contrario, en Suecia y Holanda se decantan por un tipo de energía más relacionada con procesos biotecnológicos.

Alemania (Delphi '98)



Holanda

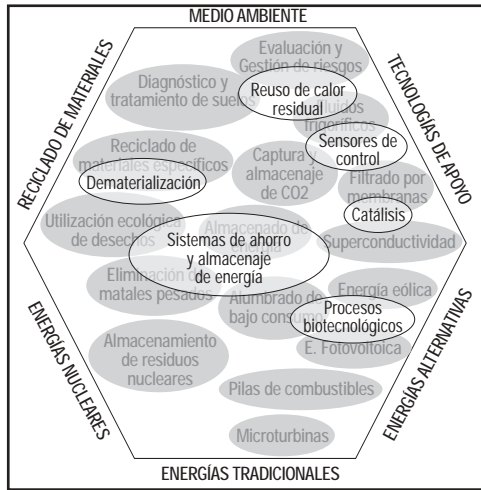
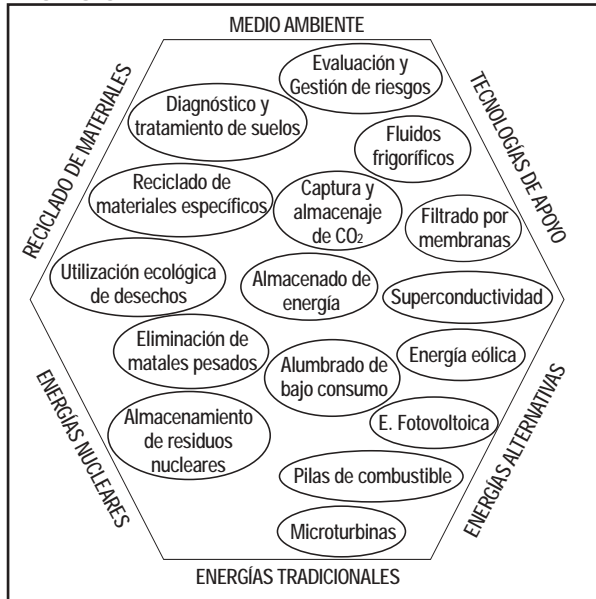
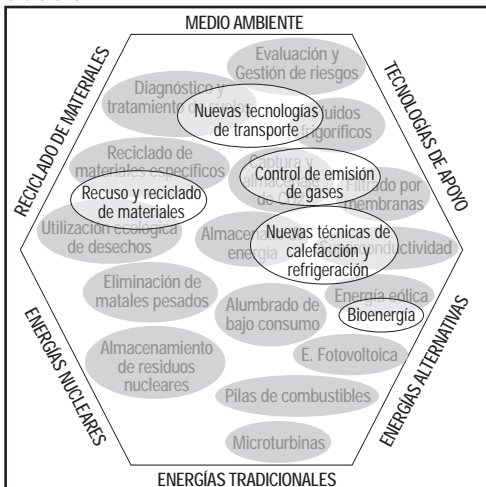


Figura 5. Comparación general de grandes líneas en Energía-Medio Ambiente

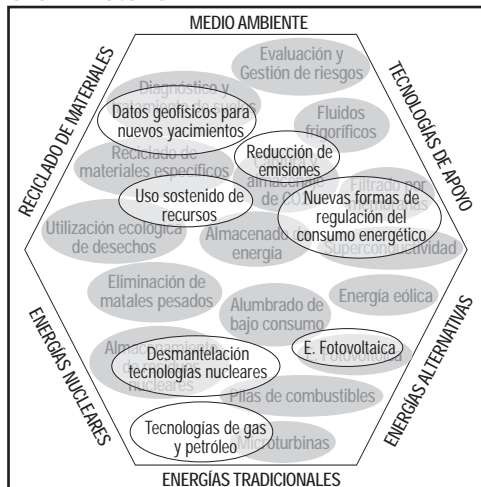
Francia



Suecia



Gran Bretaña



Es común también, en todos los casos, con una nomenclatura o con otra, el estudio de técnicas y tecnologías que sean capaces de disminuir el consumo energético así como de almacenar, por diferentes caminos, la energía producida. Igual ocurre con el reciclado de los materiales empleados para la generación así como para su posible reutilización. La idea que subyace, en todos los casos, es la de intentar mantener el medio ambiente en las mejores condiciones posibles sin que por ello se vea reducida la producción energética. Únicamente Francia presenta una elipse tecnológica especialmente destinada a la «Evaluación y gestión de riesgos». Pero este hecho es solo aparente ya que, dentro de otras líneas, otros países también lo consideran.

La conclusión general que puede extraerse de todo lo anterior es que, adaptándose a los condicionantes propios, todos los países plantean unas líneas que, en el fondo, responden a los mismos principios con consideraciones coincidentes y muy similares respecto a los temas energéticos.

5.3.6 Construcción-Infraestructuras-Hábitat

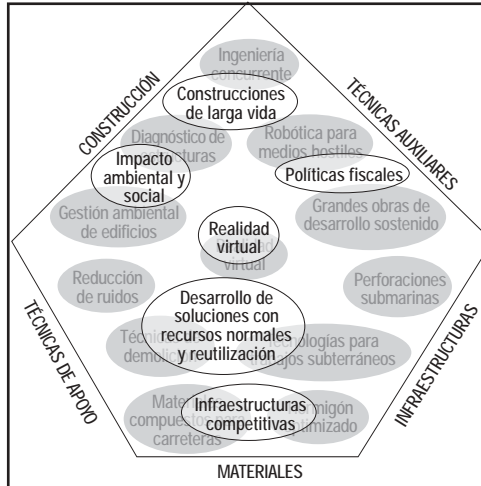
El pentágono adoptado en este caso (figura 6) responde a las cinco líneas que se han considerado básicas para definir un entorno como el presente, que, aunque aparentemente presenta una unidad temática clara, —«Construcción» e «Infraestructuras»—, requiere otros puntos de referencia para poder alcanzar los objetivos deseados. En primer lugar, los «Materiales» representan la parte básica sobre la que se debe plantear cualquier estructura: sin un comportamiento adecuado de los mismos, su vida puede ser efímera. A continuación, se han destinado dos lados del pentágono a dos técnicas diferentes: por una parte hemos creído que las «Técnicas de apoyo», como las de «Demolición» o las de «Detección de fallos en estructuras», —técnicas que podrían designarse como «negativas»—, son tan esenciales aquí como lo son las positivas, esto es, las de creación y, por ello, deben aparecer como líneas determinantes del polígono tecnológico; por otra parte, en las «Técnicas auxiliares» se han incluido dos segmentos muy distintos, sin cuya presencia el desarrollo de este entorno puede ser más complejo. Así, aparecen las puramente tecnológicas, como es el uso de la Robótica en entornos difíciles o las de «Desarrollo de políticas fiscales», que permitan su realización.

La situación que puede apreciarse ahora, en el análisis de los polígonos tecnológicos, es que los condicionantes del país determinan en gran medida lo que éste espera o pretende para su futuro. El caso más significativo nos lo encontramos en Holanda que, dada su situación geográfica, plantea una serie de temas exclusivos del resultado de su análisis prospectivo, como son los que se refieren a su interés preferente por los temas relacionados con el agua. Y así vemos la aparición de dos elipses tecnológicas que no se presentan en ninguno de los otros cuatro países: «Construcciones hidráulicas», cerca de la línea de «Infraestructuras», y «Mecánica y dinámica de fluidos», por encima de la de «Materiales».

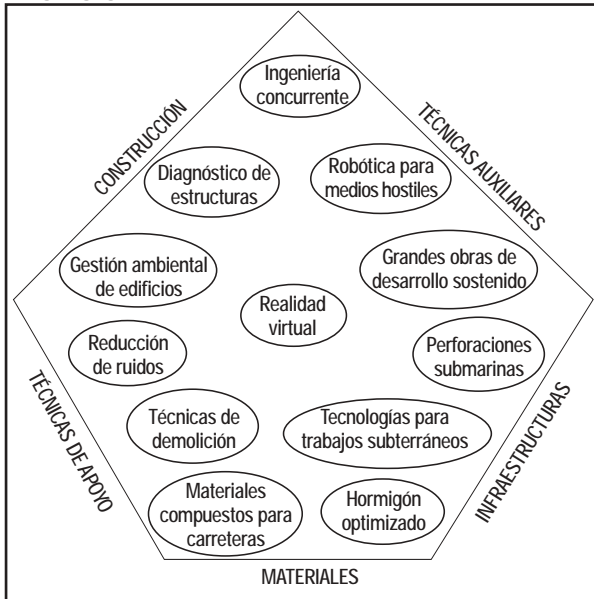
Alemania (Delphi 98)



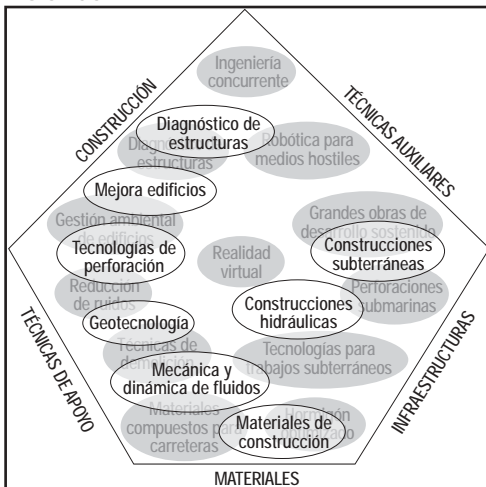
Gran Bretaña



Francia



Holanda



Suecia

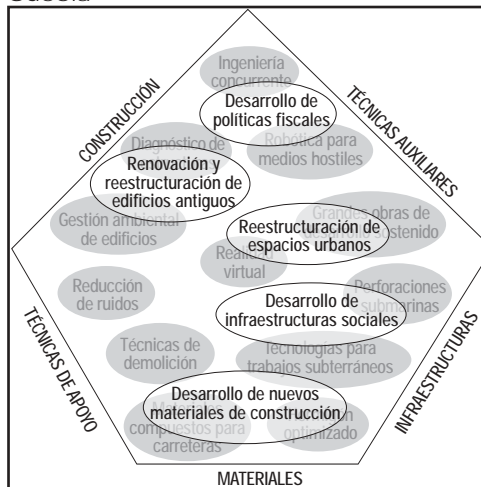


Figura 6. Comparación general de grandes Líneas en Construcción-Infraestructuras-Hábitat

Mas si lo anterior suponía un caso exclusivo de un país, nos encontramos por el contrario con otros que son prácticamente comunes en todos. Son los que se refieren a lo que, con una terminología que no está presente en los polígonos presentados, podría denominarse «Reestructuración, readaptación y acondicionamiento de edificaciones antiguas» para adaptarlas, por una parte, a las necesidades del hoy y, sobre todo, del mañana, y, por otra, para conservarlas para el futuro. Líneas en esa dirección pueden encontrarse en todos los países analizados.

Finalmente aparece un tema que, aunque no planteado de manera explícita en todos los casos, sí está presente en casi todos ellos. Es el de la utilización de una variante de las «Tecnologías de la Información» cuyo fin es el de auxiliar al profesional, tanto en el diseño de nuevas estructuras, edificios o infraestructuras, como en la de la renovación y adecuación de las antiguas. Es la elipse tecnológica designada como «Realidad virtual», cuya importancia futura es ampliamente reconocida por todos los estudios.

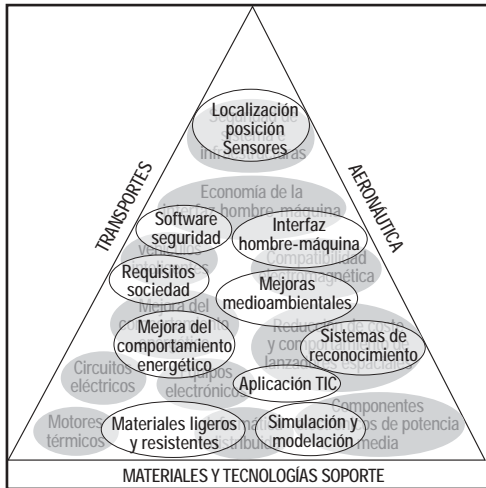
5.3.7 Transportes-Aeronáutica

En este entorno, las líneas tomadas para configurar el polígono tecnológico se han reducido a tres y, consecuentemente nuestra figura es la de un triángulo equilátero. Dos se han reservado para los dos entornos que configuran el título del presente apartado y la tercera, como parecía procedente, para dar cabida a «Materiales y Tecnologías soporte».

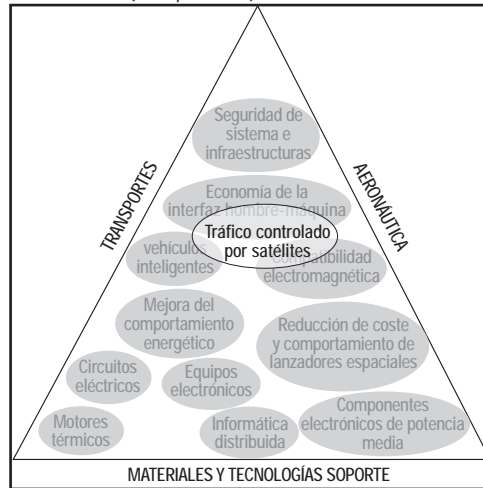
El hecho principal que se desprende del resultado obtenido es que ninguno de los países de nivel medio tomados, Holanda y Suecia, dedican a él una atención preferente; de hecho ni aparecen entre sus líneas analizadas. Este tema ya ha sido considerado anteriormente, en otro apartado de este estudio, y el único comentario que parece procede hacer, y que también se ha hecho antes, es el de que no aparezca en Holanda, a pesar de encontrarse en dicho país, la Agencia Espacial Europea. Dejando aparte consideraciones de posible carácter político, lo anterior no quiere decir que Holanda no dedique parte de sus intereses futuros hacia temas espaciales, ni se interese por ellos. De hecho, gran parte de lo que analiza en otros entornos tecnológicos, y más en concreto en «Tecnologías de la Información y las Comunicaciones» y en «Materiales», son temas cuya aplicación a este segmento es clara. Por ello, no debe considerarse que sea área sin análisis por parte de este país en concreto, sino que lo lleva a cabo en otros sectores. Las razones de Suecia, por otra parte, son evidentes y no precisan comentario adicional.

Los dos países con una prioridad más clara hacia este entorno son, como puede verse en la figura 7, Francia y Gran Bretaña. De una rápida comparación entre los triángulos tecnológicos de ambos se ve que, de una manera muy aproximada, las prioridades planteadas son muy similares. Por una lado, aparece un conjunto de elementos de soporte genérico, como pueden ser materiales, equipos y circuitos electrónicos o diferentes tipos de motores y, por otro, aparece

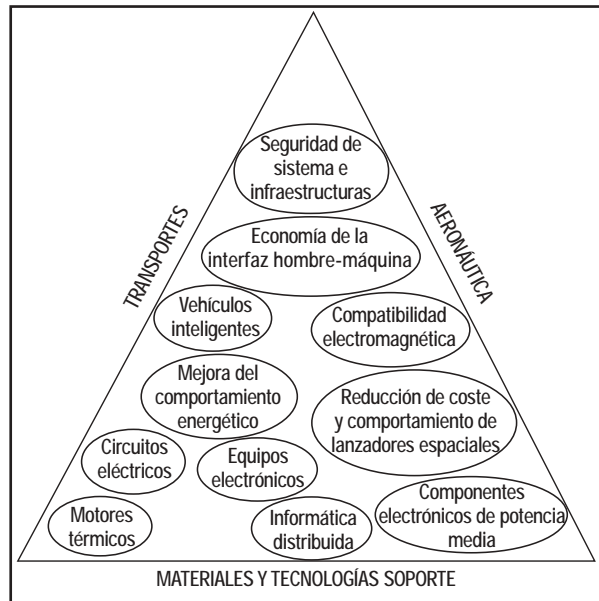
Gran Bretaña



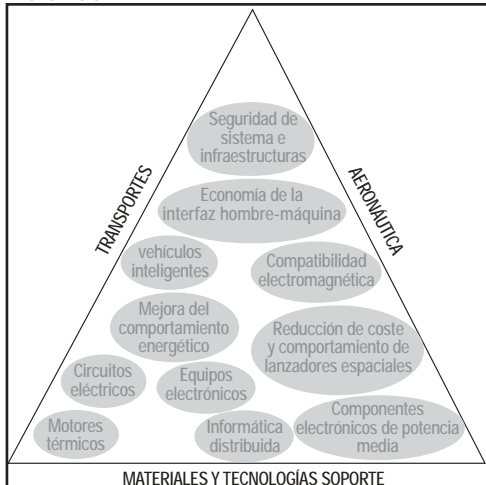
Alemania (Delphi '98)



Francia



Holanda



Suecia

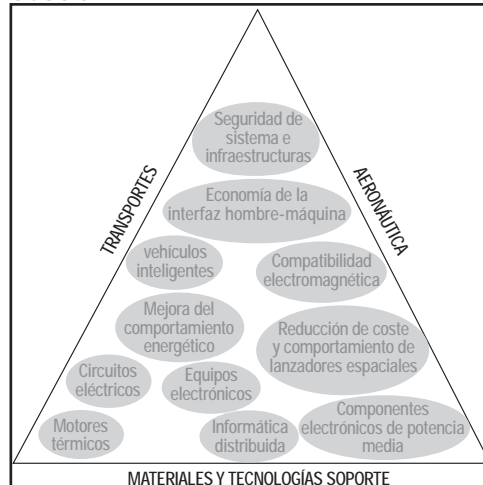


Figura 7. Comparación general de grandes líneas en Transportes-Aeronáutica

igualmente un conjunto de entornos que podrían englobarse dentro de uno más general que tuviera una designación más amplia, como «Mejora de las condiciones tecnológicas, tanto hacia el usuario como hacia el entorno». Los temas, por ejemplo, de las mejoras de la interfaz hombre-máquina o de los sistemas de seguridad, tanto desde el punto de vista hardware como software, aparecen en ambos programas con una prioridad muy acentuada. Este último tema, con diferentes nombres y también en diferentes niveles de precisión, se encuentra ligado con otro que aparece en otros entornos: el de la realización, en este caso, de vehículos inteligentes. Algo equivalente puede decirse con respecto al tema de la mejora del comportamiento energético, también común en ambos programas.

Como conclusión final de esta simple comparación es que, de nuevo, en un porcentaje muy alto, la coincidencia de los programas británico y francés es sumamente alta. Las razones, que aquí no vamos a apuntar, son de carácter histórico y tienen su raíz en los diferentes proyectos en los que han colaborado a lo largo de las últimas décadas y que han tenido su base en estas tecnologías.

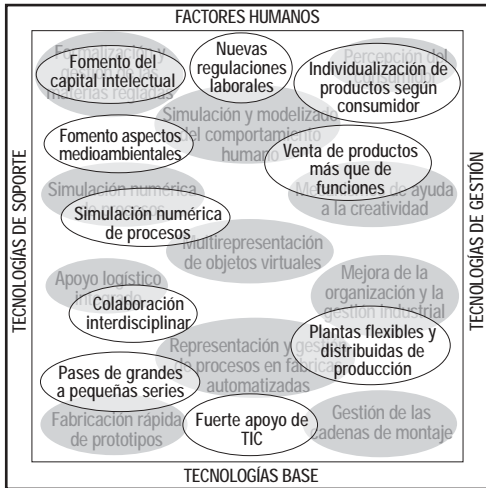
Mención especial, para concluir este apartado, merece el caso alemán. En el estudio analizado únicamente aparece, de forma destacada, el de «Tráfico controlado por satélites». Ninguna de las elipses tecnológicas de los dos países anteriores se presenta como prioritaria. Como en el caso de Holanda es necesario apostillar que muchas de las líneas que aquí aparecen explícitamente, en el caso alemán lo hacen en otros polígonos tecnológicos y con aplicaciones más genéricas. Los otros dos países considerados, no hacen mención expresa hacia este entorno, a pesar de lo cual se han representado sus polígonos tecnológicos, sin ninguna elipse en su interior (salvo, como es evidente, las correspondientes a Francia).

5.3.8 Ingeniería de Procesos y Gestión

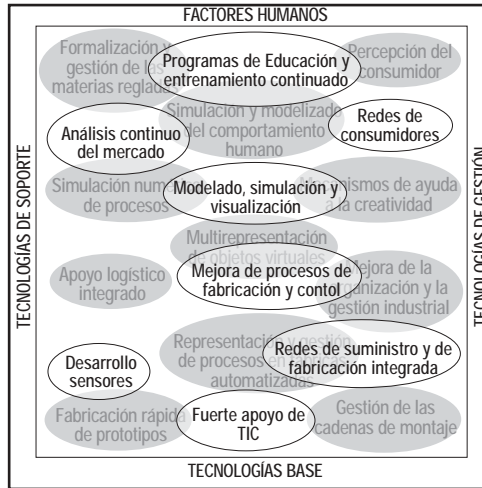
El polígono adoptado en este caso (figura 8) ha sido un cuadrilátero en el que, a pesar del epígrafe que presenta este apartado, no se ha dedicado ninguna de las líneas que componen sus lados a la Ingeniería de Procesos. Este entorno se ha dividido en tres bloques —«Tecnologías base», «Tecnologías de soporte» y «Tecnologías de Gestión»—, que permiten una mejor clarificación de las elipses tecnológicas. El cuarto lado se ha reservado a «Factores humanos» que, de hecho, constituyen una de las partes más importantes de este sector, al menos en lo que a su proyección hacia el futuro se refiere.

El primer punto que hay que destacar es que, en todos los casos, en cuatro de forma explícita, y en uno, en el caso francés implícita, se destaca de forma clara la necesidad de un «Fuerte apoyo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones». Casi con esa única línea, planteada como elipse tecnológica en la representación adoptada, podrían englobarse gran parte de otras líneas que aparecen en los distintos países como, por ejemplo, CAD-CAE-CAM (*Computer*

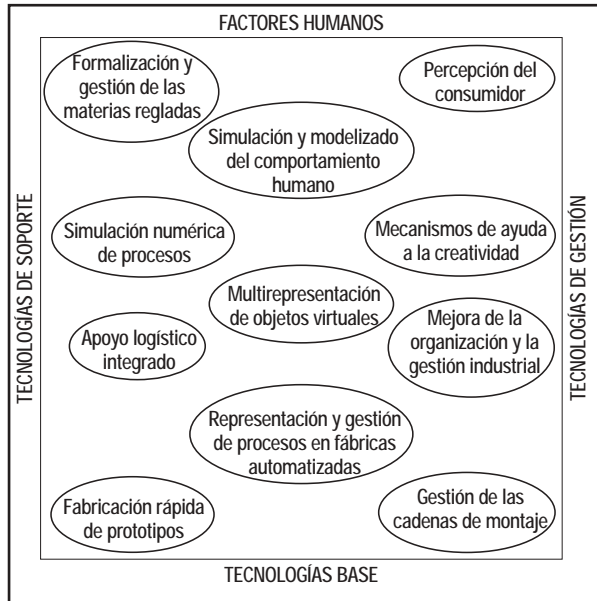
Suecia



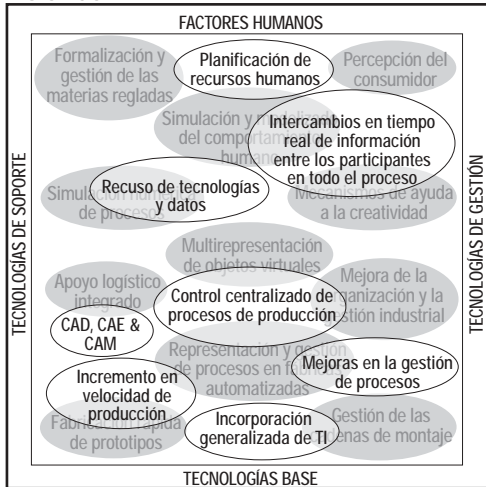
Gran Bretaña



Francia



Holanda



Holanda

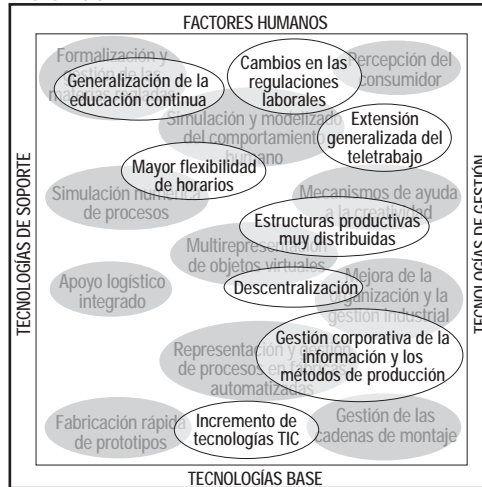


Figura 8. Comparación general de grandes líneas en Ingeniería de Procesos y Gestión

Aided Design-Computer Aided Engineering-Computer Aided Manufacturing), «Simulación numérica de procesos», «Control centralizado de procesos de producción», «Estructuras productivas distribuidas», y una larga serie de líneas similares. Los cinco países estudiados presentan análogas elipses tecnológicas, designadas con nombres en ocasiones casi idénticos y en otros muy similares que, al final, conducen a un mismo objetivo. Todo ello es lo que se presenta próximo a los dos lados del cuadrado destinados a Tecnologías de base y de soporte y, en gran medida, también al de Tecnologías de gestión.

Por lo que se refiere al cuarto lado, de nuevo las prioridades planteadas se acercan a unos objetivos muy similares. El acercamiento hacia la percepción que puede tener tanto el trabajador como el consumidor de estos temas se considera motivo de especial atención. En unos casos es el acercamiento hacia una comunicación más inmediata entre los que intervienen en la realización de un producto, estén o no en localidades territorialmente próximas. En otros es la simulación y el modelizado del comportamiento humano, evidentemente para que su situación laboral productiva sea más cómoda y, consecuentemente, más eficaz. En otros, y esto se reproduce de una manera o de otra en todos los países, es la necesidad de incrementar lo que se denomina «Capital intelectual», considerado muy recientemente como un capital de casi tanta o mayor importancia que el convencional, lográndolo gracias a programas de entrenamiento y educación continuados para todos los miembros, sea cual sea su nivel y sea cual sea su edad, de una empresa, industria u organización.

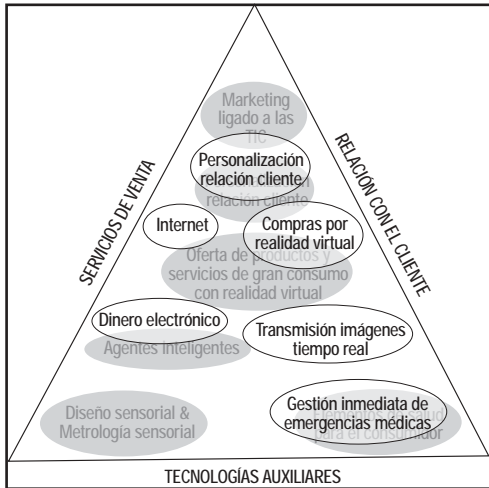
Un tema que también aparece aquí, aunque no de manera explícita en todos los casos, es el de importancia que tendrá en el futuro la "individualización del producto hacia el consumidor". Este tema aparecerá en el próximo apartado de una manera más directa pero que aquí, por razones obvias, ha de estar presente ya en los nuevos procesos y las nuevas técnicas que hayan de plantearse para el futuro.

En resumen, y como en anteriores ocasiones, la concordancia obtenida en los diferentes análisis prospectivos de los países analizados es casi completa.

5.3.9 Bienes y Servicios de Consumo

En este último entorno tecnológico analizado, una vez más ha sido el triángulo el polígono adoptado para el mismo (figura 9). Y de análoga manera a como ocurría en el apartado anterior son las «Tecnologías de la Información y las Comunicaciones» las que, en todos los casos, aparecen como elementos primordiales para su desarrollo futuro. Por ello se han situado próximas a la base del triángulo, al que se ha dado el epígrafe de «Tecnologías auxiliares». Los otros dos lados, «Servicios de venta» y «Relación con el cliente», presentan una aparente disparidad en unos países y en otros pero analizados, incluso de una manera no muy elaborada, conducen también a resultados muy similares.

Alemania (Delphi '98)



Gran Bretaña

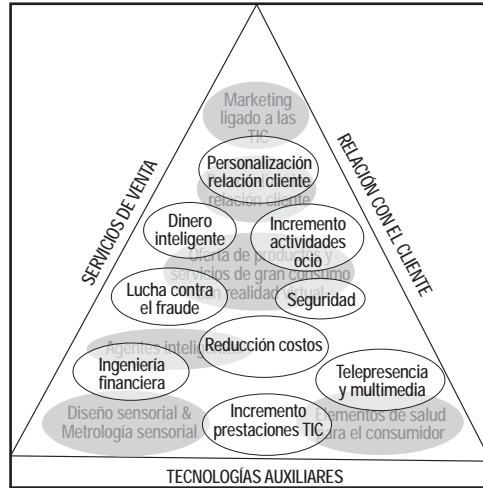
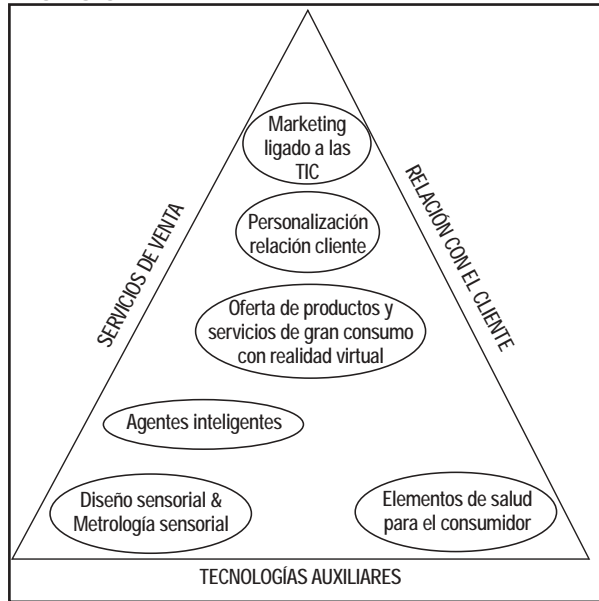
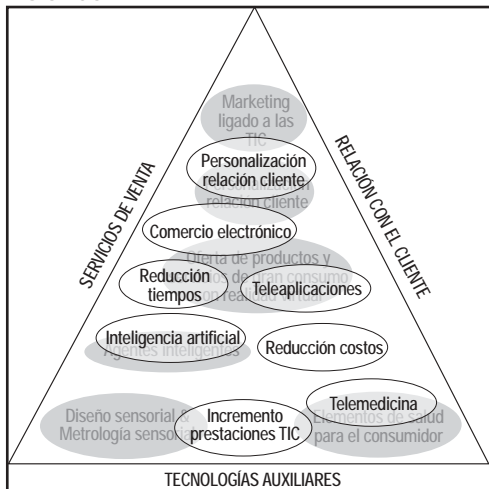


Figura 9. Comparación general de grandes líneas en Bienes y Servicios de Consumo

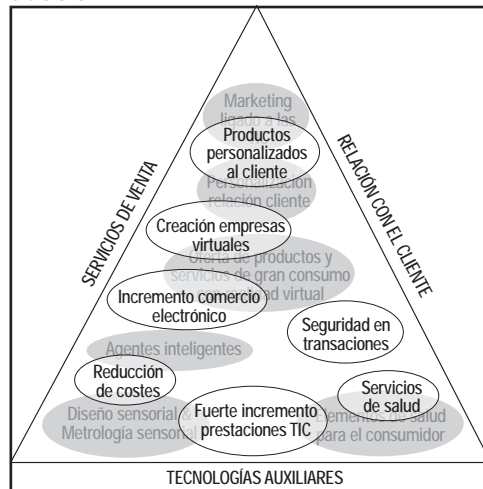
Francia



Holanda



Suecia



En primer lugar es significativo el hecho, ya apuntado en el epígrafe anterior, de la importancia dada en el futuro a la «Personalización del cliente». Todos los países lo plantean como elemento fundamental del consumo futuro y, consecuentemente, rompe con una tradición largamente establecida durante la mayor parte del siglo XX de productos manufacturados en serie y vendidos de manera indiscriminada a todo tipo de cliente. La posibilidad de este nuevo servicio solo puede lograrse, como es evidente, con la ayuda que puedan prestar las TIC a través de los diferentes entornos en los que se mueven.

El segundo elemento que aparece también en todos los casos es el incremento futuro de dos elementos esenciales en el consumo: el empleo de «dinero inteligente», tema que va ligado al de la seguridad en las transacciones, y que también aparece en todos los casos, y el incremento en el uso de Internet para realizar las compras. Este último hecho obliga a la activación de una serie de técnicas que hoy se emplean en otros entornos, como por ejemplo en los simuladores de vuelo, pero que deberán extenderse de forma significativa en otros segmentos de la actividad humana, si se desea que el comprador «compre» a través de la Red y se sienta cómodo y satisfecho con lo que está haciendo. Estas técnicas son la mejora de las características de lo que hoy se conocen como «Realidad virtual» o «Telepresencia» y que deberán ser fácilmente accesibles a este entorno de actividad. Todos los estudios prospectivos de los países analizados así lo consideran.

Finalmente, dependiendo del país, aparecen algunos matices que diferencian a unos de otros. Alemania, Francia, Holanda y Suecia, por ejemplo, resaltan cierto tipo de servicios sanitarios, principalmente para dar gestión inmediata a las urgencias médicas. La forma de llevarlo a cabo depende de cada país y en ella radica la designación dada en su elipse tecnológica.

Un único punto merece tenerse en cuenta, como apunte final a estos comentarios: la reducción de costes y la reducción de tiempo suponen la otra aportación común en estos análisis. La forma de llevarlo a cabo debe ser, como en anteriores ocasiones, gracias a la aplicación de las «Tecnologías de la Información y las Comunicaciones» que, en todos los casos parecen ser la única herramienta que está en la mente de todos los que realizan análisis prospectivos.

La conclusión final repite la de polígonos tecnológicos previos: los resultados obtenidos son también aquí similares en todos los países estudiados.

6

Resumen de conclusiones del análisis comparado anterior



6.1 Consideraciones generales

Aunque gran parte de las conclusiones que podrían extraerse del análisis de los resultados obtenidos, y que se han presentado en el conjunto de polígonos tecnológicos anteriores, ya han sido comentadas parcialmente, parece conveniente sintetizarlas aquí. Estas conclusiones apenas supondrán la introducción de nuevos conceptos o ideas, pero su presentación unitaria puede resumir lo que los autores del presente trabajo han considerado más significativo.

La forma que se empleará para esta síntesis será la mera enumeración de una serie de puntos de carácter general, sin entrar en detalles concretos de lo que hemos denominado «elipses tecnológicas». Solo se hará referencia a las mismas cuando algún punto concreto así lo demande. Es evidente, por otra parte, que el número de puntos que aportaremos será reducido y que se limitará a los que se han estimado más significativos. Presentaciones más detalladas del tema podrían aportar un número más alto de conclusiones. Pero se ha optado por su reducción a los elementos más importantes, dado el enfoque que tiene el presente estudio.

6.2 Conclusiones generales obtenidas del ejercicio realizado

1. Todos los países estudiados presentan un conjunto de bloques tecnológicos que, salvo diferencias de terminología, son prácticamente idénticos en todos los casos.
2. Dentro de cada bloque tecnológico, las líneas que han sido planteadas responden a uno de los dos principios básicos siguientes:
 - a. Son análogas a las planteadas por el resto de los países. Este hecho puede ser el resultado de una política de opinión común entre los ejecutores del estudio, sean del país que sean, y que ha sido extendida de manera generalizada a través de caminos que dependen del tipo de tecnología considerada.
 - b. Son privativas del país considerado y, consecuentemente, dependen de sus condiciones particulares, tanto desde un punto de vista geográfico, social o político o desde un concepto de dimensión, tanto económica como de superficie.
3. Los bloques tecnológicos en los que el acuerdo es prácticamente unánime son los que se han designado con los epígrafes de «Materiales-Química», «Tecnologías de la Información y las Comunicaciones», «Construcción-Infraestructuras-Habitat», «Ingeniería de procesos y gestión» y «Bienes y Servicios de Consumo».
4. Los bloques tecnológicos en los que el acuerdo es casi nulo, salvo en lo que se refiere a dos o tres países, son: «Energía-Medio Ambiente» y «Transporte-Aeronáutica».
5. El bloque de «Tecnología de la Vida-Salud-Agroalimentación», aunque en gran medida posee también un muy alto grado de concordancia entre lo planteado en unos países y otros, ofrece unas ligeras discrepancias que, son el resultado de la manera en la que cada país ha estructurado su estudio y, al mismo tiempo, de las prioridades de carácter social que se han tomado.
6. La relación entre unos bloques y otros, y entre unas líneas y otras, es muy fuerte. Resulta prácticamente imposible seguir una determinada línea sin analizar el resto. Gran parte de las líneas tecnológicas aparecen en diferentes bloques, aunque su concepto sea el mismo y su aplicación muy similar. Cada país aplica un concepto diferente para introducirlas en una u otra línea.
7. Uno de los escasos matices que diferencian unos estudios de otros es el objetivo final que, no de forma directa aunque sí sugerida, plantean. En unos casos el objetivo final es, únicamente el de fomentar la competitividad tecnológica de industrias y empresas, mientras que otros, aunque de manera no directa, aparece también como prioritario un cierto sentido social en la aplicación de las tecnologías.

8. Aunque en el informe presentado no se ha hecho mención a las consideraciones particulares que los autores del estudio de cada país añadían al final de sus análisis, en todos ellos siempre aparece una relación entre los resultados obtenidos y cómo los mismos se adaptan a la situación concreta del país considerado. Estas consideraciones implican que, de alguna manera, estaban ya implícitas en la mente de los autores cuando iniciaron su trabajo o fueron inducidas por aquellos que lo encargaron. Este hecho, según la opinión del presente trabajo, puede haber condicionado los resultados obtenidos.
9. Igualmente, todos los informes presentan una relación, más o menos extensa, de aquellas instituciones, públicas o privadas, que pueden encontrarse en situación de efectuar una tarea positiva enfrentándose a las tecnologías objeto del análisis prospectivo hecho. Idénticas consideraciones al punto anterior, pueden aplicarse aquí.
10. Dado el fácil acceso que se tiene en la actualidad a casi cualquier tipo de información, resulta lógico que la mayor parte de los estudios se hayan centrado en análogos entornos tecnológicos y con análogas líneas tecnológicas. La relación entre los investigadores de cualquier tema es lo suficientemente activa como para que las ideas que circulen sean comunes en todos ellos.
11. Es seguro que una parte importante de líneas tecnológicas, y sobre todo de su situación actual, no sea de conocimiento general. Estas líneas son las que se refieren concretamente a temas relacionados con materia de Defensa. Seguramente muchas de las tecnologías que, según los estudios, están en fase de desarrollo hayan sido ya alcanzadas en laboratorios clasificados y, por ello, no disponibles para el resto de los investigadores. Ello puede dar lugar a que objetivos considerados posibles en un futuro más o menos lejano hayan sido ya llevados a cabo o que nuevos descubrimientos dirijan el camino futuro por otros derroteros no previstos hoy.
12. Dados los puntos anteriores, solo parece oportuno realizar estudios prospectivos, si se desea que tengan un carácter global y aséptico, desde entornos totalmente ajenos a cualquier organismo de poder, sea éste político, industrial, económico o social. Por otra parte, estudios prospectivos encaminados a determinar, en cierta forma, la futura actividad tecnológica de un país concreto sí pueden, en cambio, ser planteados por los organismos anteriores, ya que serían los que podrán determinar condiciones de contorno previas, como motivaciones sociales o condicionantes económicos.

Únicamente a efectos de presentar resumido gran parte de lo indicado, en la tabla 1 se han resumido los grandes bloques analizados en el capítulo 5, algunos de ellos más desagregados de lo que se hizo previamente, y si aparecen o no tratados por los correspondientes países. Como puede apreciarse, salvo en muy contados casos que ya han sido analizados con anterioridad, todos ellos están presentes en todos los países. La única conclusión que se puede obtener es in-

mediata: todos los países plantean, de una manera u otra, las mismas prioridades, lo cual es obvio en la situación global que nos encontramos.

De la misma manera pero en sentido contrario, si nos centramos en un tema muy concreto, como puede ser por ejemplo el de «Sensores», tema que también se ha comentado anteriormente, en la tabla 2 se presentan los programas de los distintos países en los que esta línea tecnológica se considera prioritaria, dependiendo de la a la aplicación a la que se destinen. Como antes, todos los países presentan bloques tecnológicos en los que esta línea es prioritaria. Igual resultado podría obtenerse con muchas otras líneas de actividad. La conclusión vuelve a ser la misma que la que hemos dado en el párrafo anterior.

Tabla 1.
Comparación global de los grandes bloques tecnológicos considerados por los países analizados

<i>Área tecnológica</i>	<i>Gran Bretaña</i>	<i>Francia</i>	<i>Alemania</i>	<i>Holanda</i>	<i>Suecia</i>
<i>Agricultura y nutrición</i>	x	x	x	x	x
<i>Arquitectura y entornos de vida</i>	x	x	x	x	x
<i>Bioinformática</i>	x				x
<i>Biotecnología</i>	x	x	x	x	x
<i>Comunicación con máquinas</i>	x	x	x	x	x
<i>Energía y recursos</i>	x	x	x	x	x
<i>Espacio</i>		x	x		
<i>Gran ciencia</i>			x		
<i>Información y comunicaciones</i>	x	x	x	x	x
<i>Ingeniería de procesos y gestión</i>	x	x	x	x	x
<i>Ingeniería de software</i>	x	x	x	x	x
<i>Movilidad y transporte</i>	x	x	x		x
<i>Naturaleza y medio ambiente</i>	x	x	x		x
<i>Optoelectrónica y microelectrónica</i>	x	x	x	x	x
<i>Salud y ciencias de la vida</i>	x	x	x	x	x
<i>Sensores y proceso de información sensorial</i>	x				x
<i>Servicios y comunicaciones</i>	x	x	x	x	x
<i>Tecnología de materiales</i>	x	x	x	x	x
<i>Tecnología y seguridad y privacidad</i>	x	x	x		x
<i>Telepresencia. Multimedia</i>	x	x	x	x	x

SENSORES	FRANCIA	ALEMANIA	GRAN BRETAÑA	SUECIA	HOLANDA
Sanidad	Tecnología de la Vida-Salud & Agroalimentación	Salud & Vida/Agricultura & Nutrición	Salud & Ciencias de la Vida	Salud, medicina & prevención	Biología
Defensa/Terrorismo	Transporte & Aeronáutica	Espacio	Defensa & Aeroespacio		
Procesos de fabricación	Tecn. & Métodos de diseño, Gestión & Producción.	Producción & Gestión	Procesos de fabricación, producción y Comercio	El sistema productivo	Tecnología de procesos/Producción discreta
Control medioambiental	Energía & Medio Ambiente	Energía & Recursos	Recursos naturales, Agricultura & Medioambiente	Recursos naturales biológicos	Tecnología energética
Incremento de la funcionalidad de los productos	Tecn. & Métodos de diseño, Gestión & Producción	Producción & Gestión	Procesos de fabricación, producción y Comercio	El sistema productivo	Tecnología de procesos/Producción discreta
Seguridad y sanidad industrial	Construcción & Infraestructuras	Salud & Vida/Producción & Gestión	Construcción	Salud, medicina & prevención	Tecnología de Ingeniería Civil
Industria del ocio	Bienes y Servicios de Consumo	Servicios & Consumo	Aprendizaje & Ocio	Industria de servicios/Educación & Aprendizaje	
Movilidad y transporte	Transporte & Aeronáutica	Movilidad & Transporte	Transportes	Infraestructuras de la sociedad	
Domótica	Construcción & Infraestructuras	Construcción & Minería	Construcción	Infraestructuras de la sociedad	Tecnología de Ingeniería Civil
Envejecimiento de la población	Tecnología de la Vida-Salud & Agroalimentación	Salud & Vida	Salud & Ciencias de la Vida	Salud, medicina & prevención	Biología
Alimentación y Agricultura	Tecnología de la Vida-Salud & Agroalimentación	Agricultura & Nutrición	Recurs. Naturales, Agricultura & Medio Ambiente/Alimentación & Bebidas	Recursos naturales biológicos	Biología
Aumento de la población Telecomunicaciones y Medios	Tecnología de la Vida-Salud & Agroalimentación	Salud & Vida	Salud & Ciencias de la Vida	Salud, medicina & prevención	
Telecomunicaciones y Medios	Materiales & Química/TIC	Química & Materiales & IC	Electrónica & TI/Materiales/Comunicaciones/Productos químicos	Materiales/Sistemas de IC	Tecnología de Materiales/Opto & Microelectrónica/TIC

Tabla 2.
Aparición de
«sensores» según su
aplicación

7

Nuevas tendencias de análisis prospectivo. Predominio de los aspectos sociales sobre los tecnológicos



7.1 Consideraciones generales

Como se indicó en unos de los puntos del apartado anterior, no todos los países presentaban una misma tendencia a la hora de realizar sus análisis prospectivos. Aunque no expresado quizás de una manera directa, en algunos casos se presentaban unos objetivos futuros que poseían un mayor carácter social que el expresado por el resto de los países. Si bien no se comentó en aquel momento, uno de los países en los que esto ya aparecía planteado de una manera directa era en el caso del estudio sueco. Como comentaremos más adelante, los bloques tecnológicos que analizaban ya presentaban desde un principio unos objetivos sociales a los que, posteriormente, se dirigía el análisis tecnológico. Esta tendencia, iniciada muy a finales de los años noventa, ha tomado un protagonismo absoluto con el inicio del siglo XXI.

De acuerdo con esta nueva orientación, esta última parte del presente trabajo se centrará en el análisis de tres casos concretos que, creemos, pueden ser la nueva pauta por la que se guíen los análisis prospectivos que se hagan a partir de ahora. Podrían establecerse algunas justificaciones para este cambio de tendencia, pero los autores prefieren dejar la interpretación libre.

Los casos que se analizarán a continuación serán los siguientes:

1. Suecia, con un contenido muy breve dado que procede de mediados-finales de los noventa y, de hecho, no otorga a este enfoque el carácter central de su estudio que, indirectamente, sí creemos que tiene.
2. Gran Bretaña, en el último estudio realizado a partir de la finalización del primer ejercicio, en 1995, y cuyos resultados se han publicado a partir de 2001. Este análisis, casi como en el caso sueco, no da la prioridad a los conceptos sociales en su estudio, aunque, quizás de una manera más clara que en el caso anterior, sí pueden detectarse de manera más directa.
3. Alemania, que a partir de 2001 ha iniciado un proyecto que denomina FUTUR, y que rompe por completo con su tradición anterior de confección de análisis Delphi, estableciendo unas pautas y unos objetivos por completo diferentes. Y, en este caso sí, dando prioridad al carácter social de su análisis. Este análisis se encuentra aún en fase de realización y únicamente han concluido cuatro de las quince partes de las que, en principio, va a estar compuesto. Las cuatro líneas que se analizarán fueron presentadas en 2002.

El análisis que se va a hacer en esta ocasión es mucho más simplista que en el realizado en apartados anteriores, ya que aquí la comparación es prácticamente imposible y, además, las conclusiones no son todavía definitivas. Por ello nos limitaremos a comentar lo planteado y las diferencias que estimamos con respecto a anteriores análisis.

Pero a pesar de que en este nuevo análisis únicamente veremos tres casos, hay que señalar que, aunque indirectamente, factores de este tipo siempre han esta-

do presentes, al menos en los planteamientos iniciales de la mayoría de los estudios prospectivos vistos. En la tabla 3 hemos resumido algunos de los criterios en los que se han basado los diferentes estudios para su justificación ante auditorios no proclives a este tipo de análisis. En ella se presenta un listado de criterios por los que resultarían justificados los análisis prospectivos, y los países que así los han planteado. Su consecución o no es un tema en el que no vamos a entrar.

Tabla 3.

Beneficio	Criterio	UK	Francia	Alemania	Holanda	Suecia
Beneficios económicos	Contribuye a la competitividad económica y al tamaño del mercado de la industria presente	x	x	x	x	x
	Esencial a muchos sectores económicos de rápido desarrollo y a la difusión de tecnología	x	x		x	x
	Contribuye a muchos sectores económicos de rápido desarrollo y a la difusión de tecnología	x	x		x	
	Reduce la vulnerabilidad y el riesgo de una dependencia industrial	x	x			x
Beneficios científicos	Posibilita la explotación de desarrollos tecnológicos por delante de otros países	x	x	x	x	x
	Mejora la balanza exterior	x	x	x	x	x
Beneficios sociales	Contribuye a la base científica del país	x		x		x
	Desarrolla capacidades tecnológicas de tipo genérico	x	x	x		x
	El soporte del estado es importante para desarrollos futuros o de alto riesgo	x	x	x		x
Beneficios sociales	Mejora o conserva el medio ambiente. Ahorra energía	x	x	x		x
	Se espera un alto grado de aceptación social y cultural	x	x			
	Mejora la salud	x		x	x	x
	Mejora la seguridad	x				
	Desarrolla capital humano			x		x

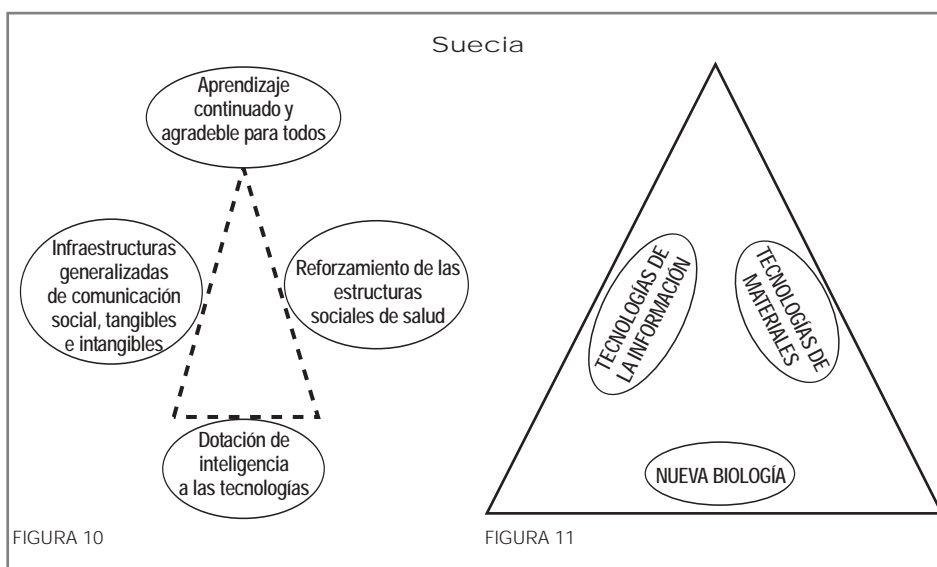
7.2 Consideraciones sobre el análisis del estudio sueco

Las líneas planteadas, desde un principio, en el análisis sueco fueron cuatro. Son las que aparecen en la figura 10 y que aquí repetimos para establecer una continuidad en el texto. Las líneas planteadas eran:

1. Dotación de inteligencia a las tecnologías.
2. Reforzamiento de las estructuras sociales de salud.
3. Infraestructuras generalizadas de comunicación social, tanto tangibles como intangibles.
4. Aprendizaje continuado y agradable para todos.

Para su puesta en práctica plantearon tres grandes bloques tecnológicos como soporte básico (figura 11):

1. Tecnologías de la Información.
2. Tecnologías de Materiales.
3. Nueva Biología.



Figuras 10 y 11. Presentación individualizada de programas prospectivos con orientación hacia la sociedad

Estos tres bloques aparecen en el interior del triángulo sobre el que se han situado los cuatro círculos correspondientes a las cuatro líneas de carácter social planteadas.

La razón de las anteriores líneas fue que, en el análisis que efectuó de las tendencias sociales futuras, los principales temas que parece primarían sobre el resto serían los siguientes:

1. Los temas medioambientales determinarán el comportamiento de la sociedad y las infraestructuras tecnológicas y sociales
2. El capital intelectual y de saber, en todos los entornos del conocimiento, será tan importante o más que el físico
3. Los métodos de trabajo deberán adaptarse a las nuevas necesidades de la sociedad, tanto personales como familiares
4. Las fuerzas que predominarán serán las determinadas por los consumidores conduciendo a una mayor individualización de productos y servicios
5. El incremento de la edad media de vida obligará a la creación de nuevos tipos de servicios sociales
6. Los factores de seguridad personal, tanto en comunicaciones como físicos, adquirirán importancia primordial
7. La multidisciplinariedad será factor fundamental en todas las tecnologías

Con estos postulados fue desarrollado el estudio prospectivo sueco y que ya hemos visto en un apartado anterior. Es muy posible que, a la vista de lo anterior, ahora adquieran una mejor interpretación muchas de las elipses tecnológicas que aparecieron entonces.

7.3 Consideraciones sobre el proyecto alemán FUTUR

Con las experiencias adquiridas, y analizadas las posibles debilidades detectadas en los análisis previos, en abril de 2001 se inició en Alemania una nueva iniciativa denominada FUTUR. Esta experiencia fue la continuación de una previa, también designada con el mismo nombre, y que sirvió para ver las posibilidades del uso de Internet como herramienta de trabajo. Las **características generales** que se plantearon en el Programa FUTUR fueron, desde un principio, las siguientes:

- a. Los campos objeto de estudio deberán nacer de una correlación entre las nuevas tecnologías y las demandas sociales.
- b. Para establecer visiones del futuro, se emplearán técnicas de escenarios. Estos escenarios podrán ser posibles, probables o deseables y de su presentación pública, y de las conclusiones extraídas de la misma, saldrá el resultado de qué prioridades plantear.
- c. De los anteriores escenarios se deducirán las «Leitvisionen», «Lead visions» o «Visiones prioritarias», que serán grandes proyectos de investigación orientados a las demandas de la sociedad y no de la tecnología, lo que debería implicar una mayor capacidad de mercado. FUTUR determinará, de forma constante y continuada, estas líneas.
- d. La sociedad deberá estar involucrada en el proceso de identificar los campos objeto de investigación prioritaria, y no solamente los expertos. Con ello se evitarán situaciones como la actual de la energía atómica.
- e. La aceptación de una nueva tecnología deberá ser comprobada en las etapas primeras de su investigación.
- f. La mayor parte de los campos de interés en ciencia y tecnología son, preferentemente, interdisciplinarios y ese terreno trabajará FUTUR.

Para la realización de todo lo anterior, FUTUR plantea una metodología que lleva consigo un complejo proceso de relación entre **grupos** muy dispares. Entre los **más significativos** pueden señalarse los siguientes:

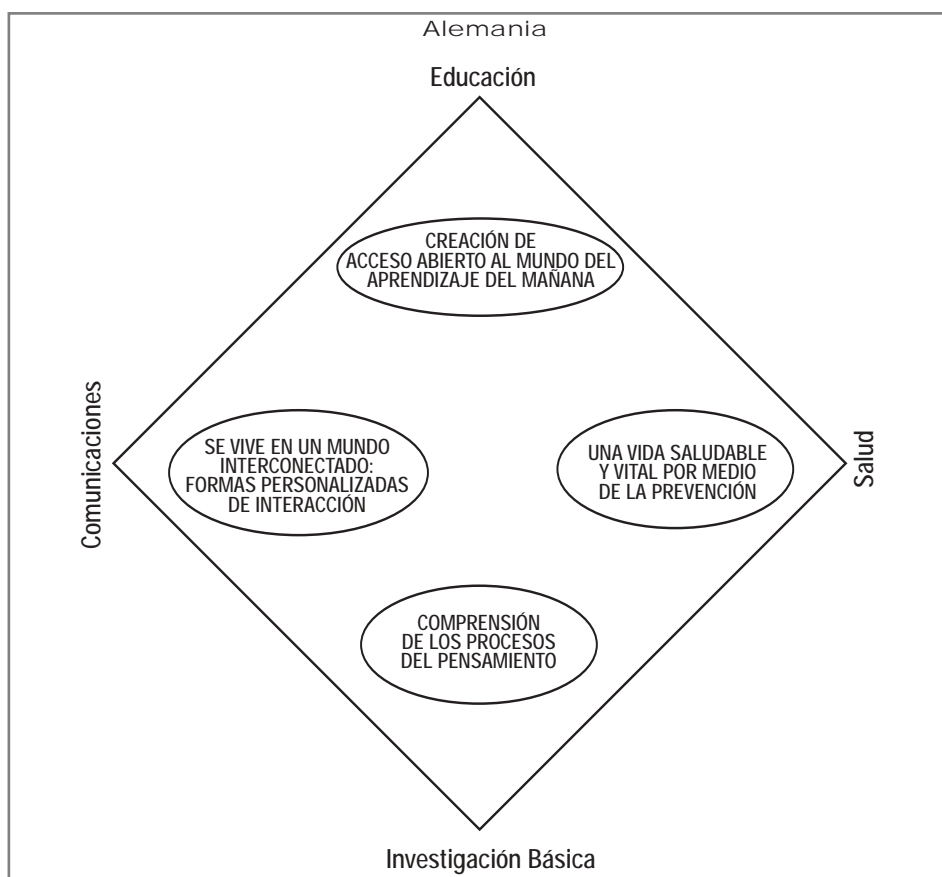
- a. Expertos de la Ciencia y de la Industria
- b. Grupos de jóvenes científicos, creadores de *spin-offs*, ganadores de premios de jóvenes innovadores, etc. que puedan plantear ideas no convencionales para resolver los problemas existentes o previsibles en un futuro más o menos próximo.
- c. Miembros no expertos de la sociedad e interesados en algunos de los temas planteados.
- d. Expertos de los ministerios involucrados.

El primer conjunto de escenarios se publicó a finales de 2001 y a mediados de 2002, se concretaron las «Visiones prioritarias» que se estudiarían en las próximas

etapas. En julio de 2002 se publicaron los resultados de las primeras cuatro líneas analizadas y cuya representación global, con la misma técnica poligonal de anteriores ocasiones, aparece en la figura 12. Estas líneas fueron las siguientes:

1. Creación de un acceso abierto al mundo del aprendizaje del mañana.
2. Una vida saludable y vital por medio de la prevención.
3. Se vive en un mundo interconectado: formas personalizadas de interacción.
4. Comprensión de los procesos del pensamiento.

Figura 12
Líneas preferentes del
programa «FUTUR»
(julio, 2002)



En el rombo adoptado para representar estas cuatro líneas hemos indicado en sus vértices una correspondencia aproximada con lo que en el anterior método de trabajo supondrían entornos tecnológicos equivalentes. Esta correspondencia, por todo lo que se ha apuntado anteriormente, no es correcta, principalmente por el tema de la multidisciplinariedad adoptado, pero sí creemos da una indicación aproximada de conceptos.

Para cada una de estas visiones prioritarias se ha publicado un documento específico en el que se recogen, en primer lugar, cuáles son los objetivos prioritarios de cada una de ellas y cuál es la motivación social que los ha determinado. Como en anteriores ocasiones, los autores del presente estudio han optado por presentar los resultados de una forma gráfica en lugar de hacerlo a través de un

texto más o menos elaborado. Hemos creído que este planteamiento permite obtener, de nuevo, una imagen más inmediata y más clara del resultado. La imagen planteada para los cuatro casos ha sido, como en anteriores ocasiones, similar para los cuatro casos estudiados (figuras 13-16). La figura de partida es de nuevo una elipse que, en este caso, en lugar de recibir el apelativo de «tecnológica» como en anteriores apartados, debe recibir mejor el de «elipse de objetivo social». De ella pende otra en la que se explicita la «Motivación social» que la justifica. Finalmente, de esta elipse de motivación penden otras, cuyo número oscila entre tres y cuatro, que pueden considerarse con un mayor contenido tecnológico que las previas, y que dan las necesidades reales a que se debe atender. En ningún caso aparece en estas figuras ningún objetivo de carácter puramente tecnológico ni de técnicas necesarias para su implementación.

En la segunda figura que se ha presentado, análoga en los cuatro casos existentes, aparecen en todos los entornos analizados un conjunto de círculos que hemos denominados «Círculos sociales». En cada uno de ellos aparece la causa, en la mayor parte de las ocasiones demandada por razones de tipo social, que ha determinado que se estime como objeto preferente de atención futura la Visión Prioritaria tomada. Las razones que aparecen, y que pueden verse en cada uno de los casos, son muy variadas, pero en todas ellas aparece como motivo casi universal la atención individualizada hacia el ciudadano o hacia un conjunto muy particular de ellos. Esta es la diferencia más significativa que presenta este nuevo tipo de análisis prospectivo con respecto al de épocas previas. Cada uno de estos Círculos sociales se ha situado en el vértice de un determinado polígono. En cada caso, el número de lados de este polígono depende del número de razones aportadas, que van de cuatro a seis. Este polígono aparece en blanco sin nada que indique su contenido. Es el equivalente a los polígonos tecnológicos vistos en los análisis efectuados en un apartado anterior de este trabajo. De él deben fluir las tecnologías que soporten las funciones sociales que cada uno de los círculos indica. Y estas tecnologías, o al menos las que se consideran preferentes en el estudio FUTUR, se presentan en la figura siguiente de cada uno de los cuatro casos estudiados.

Los polígonos tecnológicos que se presentan en esta ocasión, no aparecen tan matizados, al menos desde el punto de vista de un etiquetado concreto para cada uno de sus lados. El hacer algo equivalente aquí es casi imposible por un hecho que ya ha sido mencionado anteriormente y que, a su vez, también aparece de forma explícita en la mayor parte de dichos polígonos: el carácter inter o multidisciplinar necesario para llevar a cabo la tarea requerida en cada caso. Las elipses tecnológicas que aparecen en su interior contienen una aproximación a lo que se consideran «tecnologías prioritarias» y que como tales, no predeterminan que las previas no sean tomadas en cuenta sino que aquí solo aparecen aquellas que merecen especial atención en el futuro.

Creemos que el análisis de cada una de las figuras presentadas es lo suficientemente explicativa como para no necesitar posteriores aclaraciones. Es evidente que todas ellas son solo la síntesis de lo que cada uno de los documentos publi-

cados y que la información es parcial. Pero creemos que servirá para dar la imagen global del tema que se ha pretendido en este trabajo.

En la última figura que se presenta del programa FUTUR (figura 17) aparece un nuevo polígono, en este caso un rombo, en el que se han incluido el resto de las líneas que aun están en estudio y cuyos resultados no han sido publicados. Los cuatro lados de este rombo se han designado con los epígrafes de

1. Conceptos tecnológicos.
2. Conceptos sociales.
3. Conceptos educativos.
4. Conceptos interculturales.

Estos conceptos son los que hemos creído engloban al conjunto de los temas en estudio. Su simple enumeración vuelve a dar idea del enfoque, radicalmente diferente al tenido en estudios prospectivos previos. Cuando los resultados finales sean publicados, creemos supondrán un considerable avance en estos temas y determinarán un nuevo modo de entender la prospectiva.

Figura 13
Creación de un acceso
abierto al mundo
del aprendizaje
del mañana

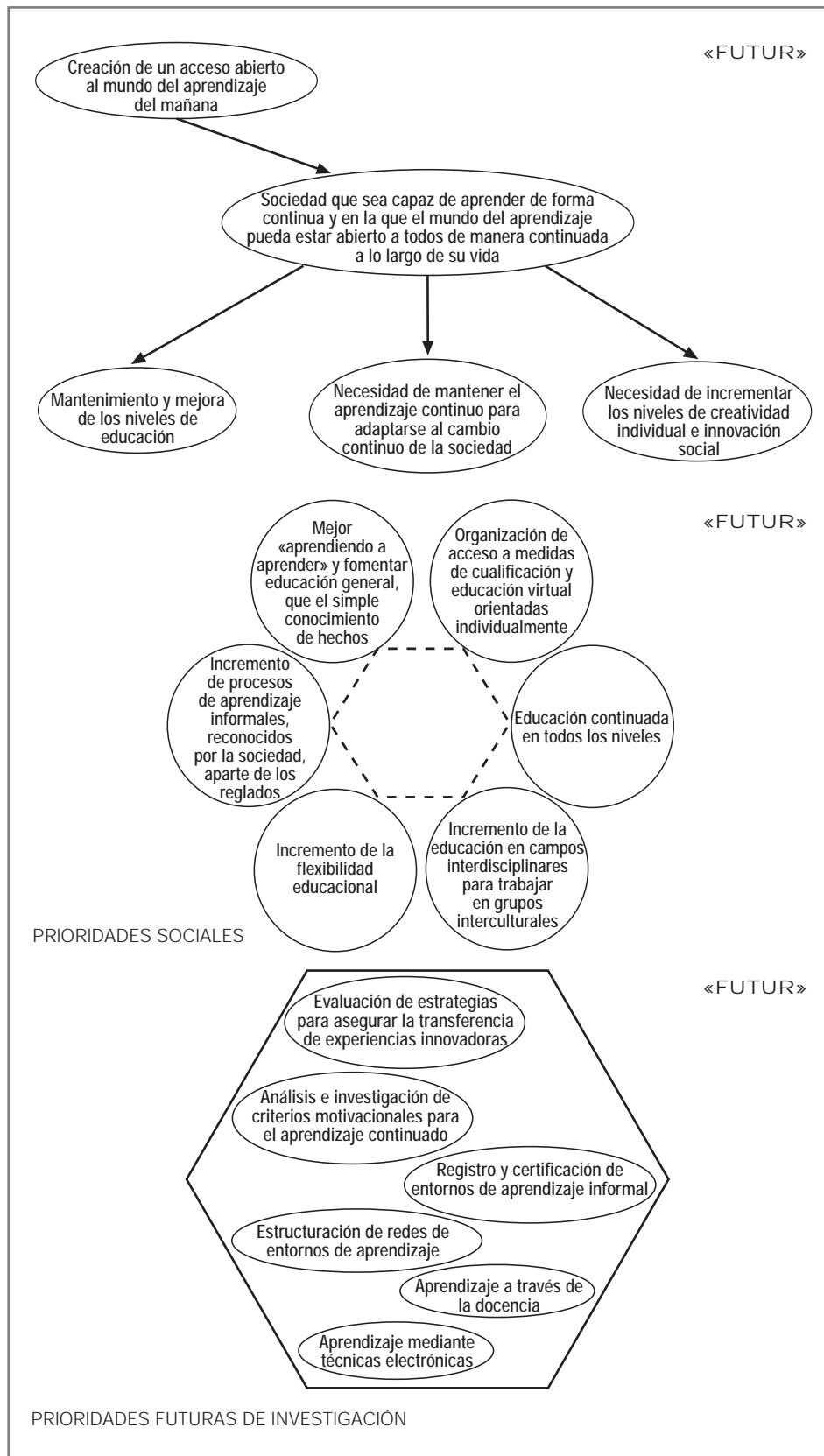
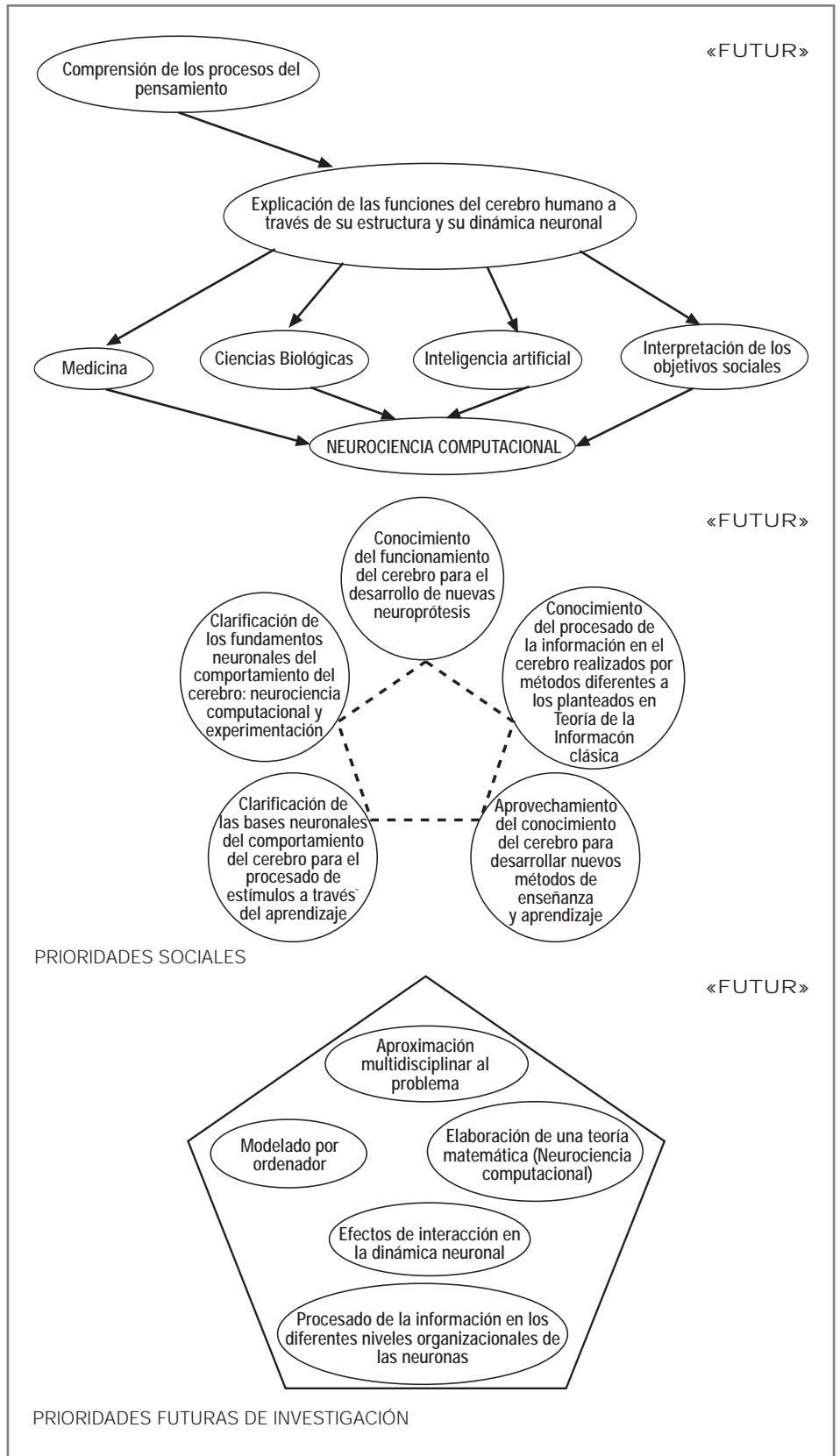


Figura 14
 Comprensión
 de los procesos
 de pensamiento



Figuras 15
 Se vive en un mundo interconectado:
 formas personalizadas de interacción

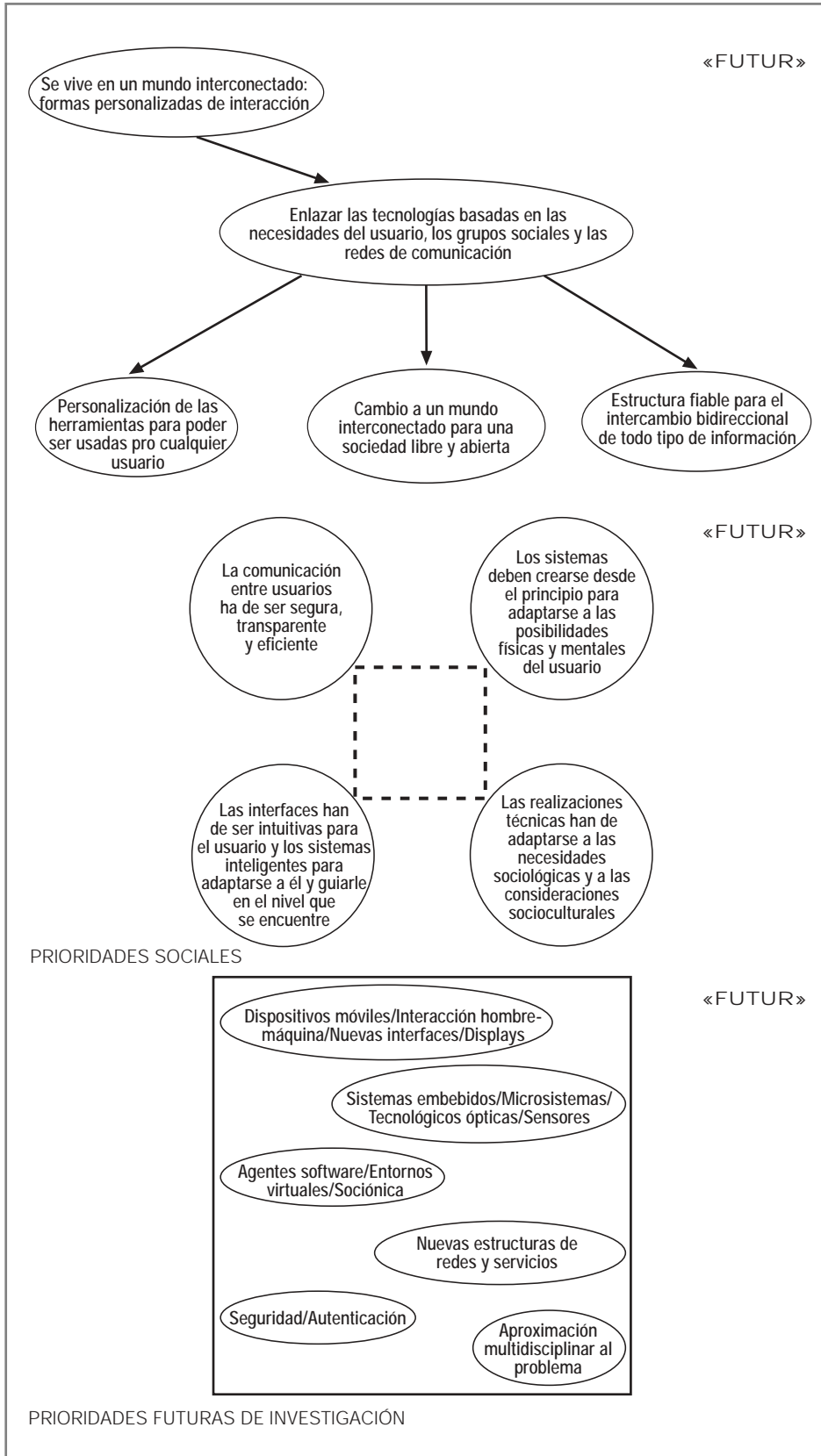
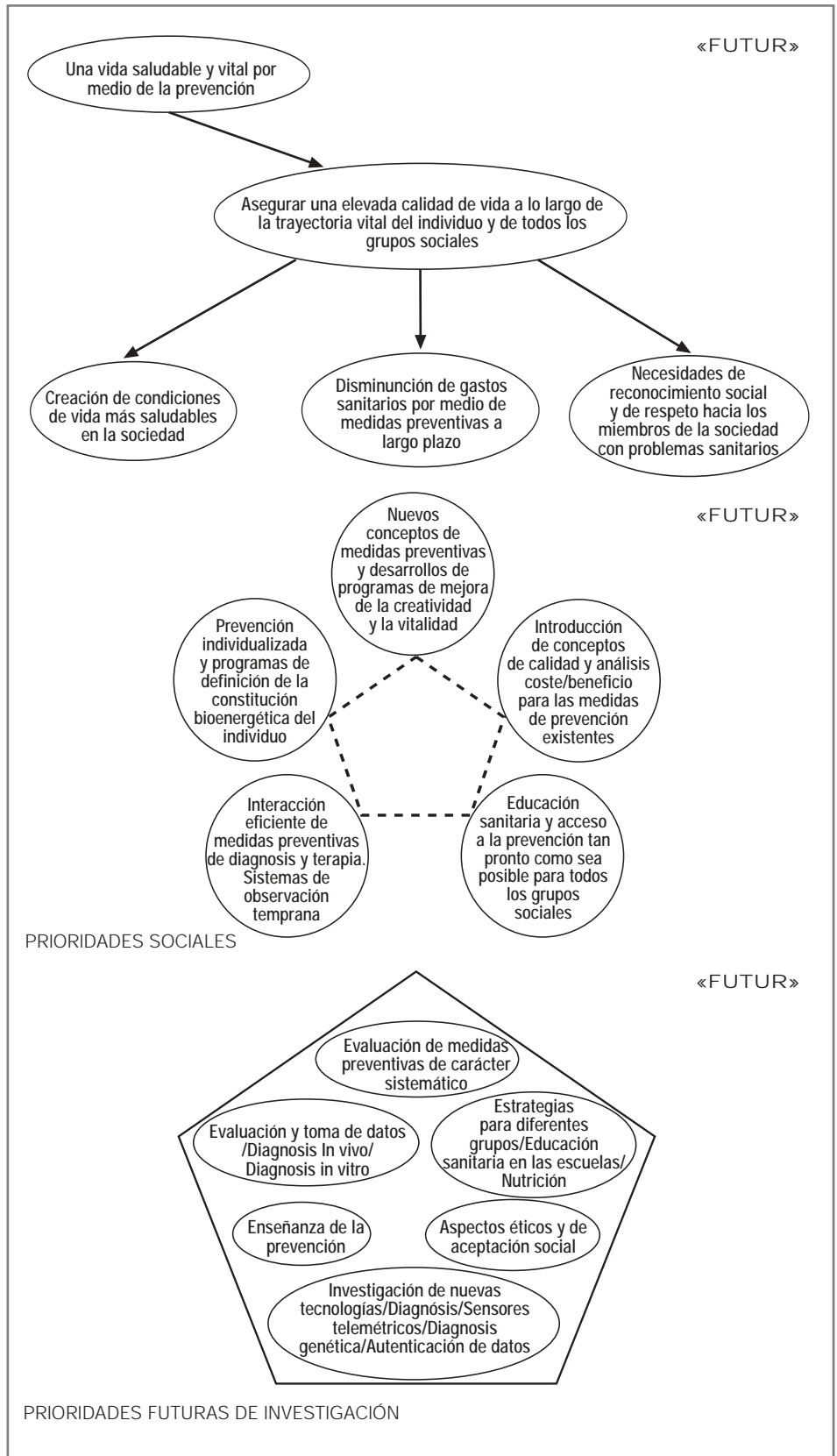


Figura 16
Una vida saludable y vital por medio de la prevención



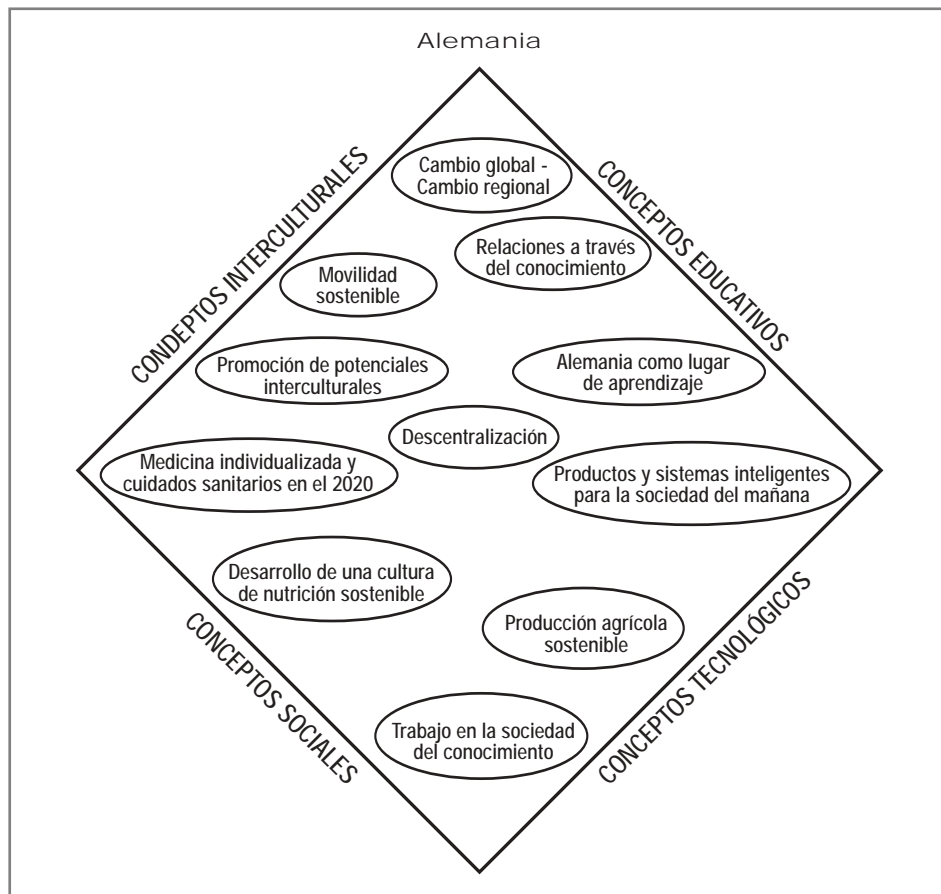


Figura 17
 Líneas en estudio del programa «FUTUR»

7.4 Consideraciones sobre el análisis del estudio británico

El caso que se va a presentar a continuación, y con el que se concluirá el análisis de los estudios prospectivos realizados en el presente trabajo, aunque continuación de ejercicios precedentes realizados en Gran Bretaña y, en parte, con unos métodos similares a los seguidos hasta entonces, su enfoque ha tenido unos matices claramente sociales que le separan de los anteriores. Este hecho ha determinado el que haya sido incluido en este capítulo, conjuntamente con los ya vistos de Suecia y Alemania. Sus trabajos se iniciaron en abril de 1999 y los resultados han sido publicados en 2001 y 2002 (algunos de ellos todavía son resultados parciales, al menos en el momento de realizar el presente trabajo). Los paneles sectoriales que se plantearon fueron trece con los siguientes temas:

- Envejecimiento de la población.*
- Prevención del crimen.*
- Industria y fabricación en el 2020.*
- Transporte y Medio Ambiente urbanizado.*
- Productos químicos.
- Defensa, Aeroespacio y Sistemas.
- Energía y Medio Ambiente natural.*
- Servicios financieros.
- Cadena alimenticia y cultivos para la industria.*
- Cuidado de la Salud.*
- Información, Comunicaciones y Medios.*
- Materiales.*
- Servicios de venta y al consumidor.

De todos ellos únicamente han sido considerados en esta ocasión aquellos que plantean, con una mayor incidencia, los temas sociales que aquí estamos considerando. De una manera global, los no tratados siguen unas líneas equivalentes, con la diferencia de matices derivada de los años transcurridos desde el anterior estudio, a las ya vistas por lo que no se ha estimado procedente volver a ellos. Los considerados aquí han sido los que en la relación anterior aparecen marcados con un asterisco.

En todos los casos, el polígono adoptado ha sido el rombo y en sus lados se han planteado unos epígrafes que, creemos, dan una indicación de las temáticas planteadas. El detalle de su interior no será analizado con el mismo detalle que se ha hecho en el capítulo 5 del presente trabajo, salvo en el caso de aquellos que,

por el interés social que aquí estamos tratando, presentan un interés especial. El resto creemos que se comentan por sí mismos.

7.4.1 Envejecimiento de la población

Las consideraciones planteadas aquí, y que se reflejan en los epígrafes de los lados del polígono (figura 18), indican que la atención hacia este segmento se refiere, esencialmente, hacia la mejora de sus condiciones de vida, tanto desde el punto de vista de viviendas y asistencia sanitaria como de las actividades en las que pueden invertir el tiempo de que disponen, y a la de su situación económica. Como en anteriores ocasiones, las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones deben servir de soporte a gran parte de las anteriores acciones.

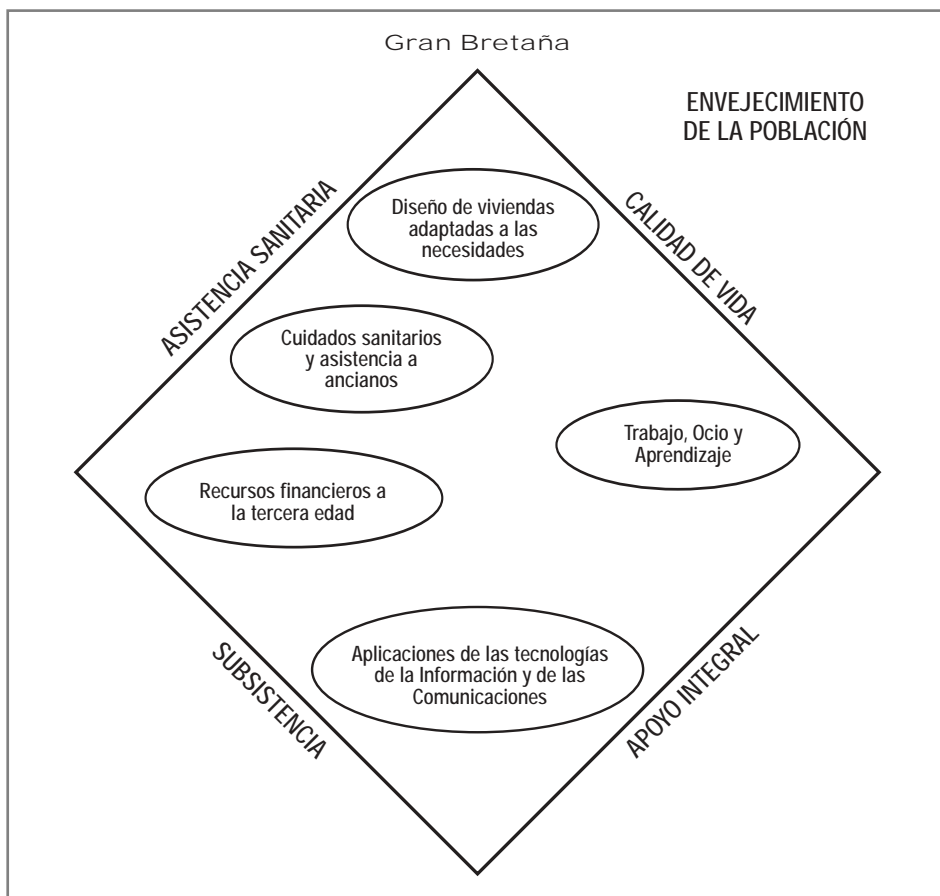


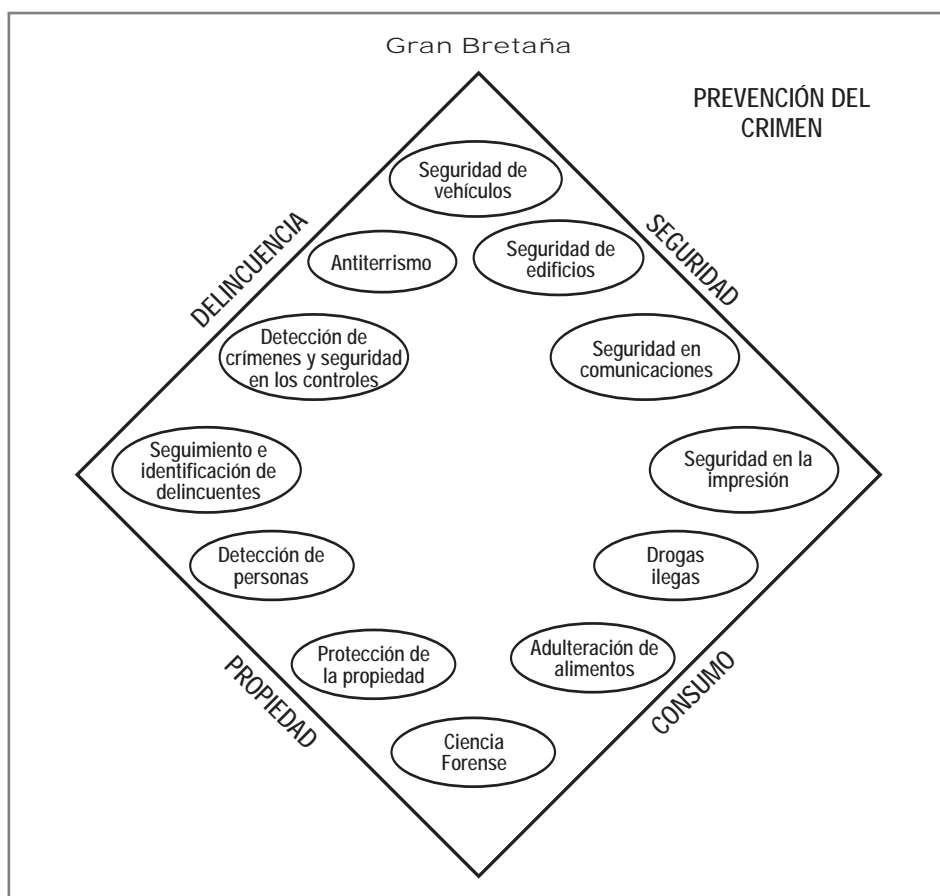
Figura 18
Líneas preferentes del «Second Round»

7.4.2 Prevención del crimen

El número de entornos considerados aquí hacen de este polígono uno de los que, con toda certeza, plantea la entrada de una cantidad considerable de tec-

nologías de apoyo (figura 19). El objeto de su atención pasa desde la seguridad individual y en edificios, hasta la seguridad en alimentos, pasando por las seguridades en las comunicaciones, en la impresión de documentos o en la detección y reconocimiento de personas. El interés que, en los últimos años, concede la sociedad hacia estos temas no parece que la razón del estudio haya sido hecha por consideraciones de carácter general sino por una demanda directa de la propia sociedad. Una de las conclusiones del informe señala que una de las grandes ventajas de este entorno es la gran cantidad de segmentos tecnológicos que se encuentran relacionados con él y, consecuentemente, su importancia desde un punto de vista económico.

Figura 19
Líneas preferentes del
«Second Round»



7.4.3 Fabricación

Los puntos que se consideran preferenciales en este caso (figura 20) si son, en una gran medida, objetivos de carácter social y, consecuentemente, dirigidos no hacia los productos que se van a fabricar sino a los operarios que los van a realizar o a los miembros de la sociedad que los van a comprar. La educación, tanto a los operarios, para mantenerlos concordes con los nuevos desarrollos, como a la sociedad, para atraer a nuevas generaciones al entorno productivo, como, incluso,

a los profesores, para determinar formas nuevas de aprendizaje y reciclaje, forma parte esencial de este polígono tecnológico que, con esta intensidad, no habían aparecido en los estudios de épocas anteriores. Lo que, en otros lugares, se califica como «Capital de conocimiento» parece que, en consecuencia, comienza a tomar la importancia hacia el futuro que desde hace algunos años, se propugnaba en determinados entornos. El aspecto medioambiental, aunque únicamente tratado en una elipse tecnológica, también está presente en este polígono.

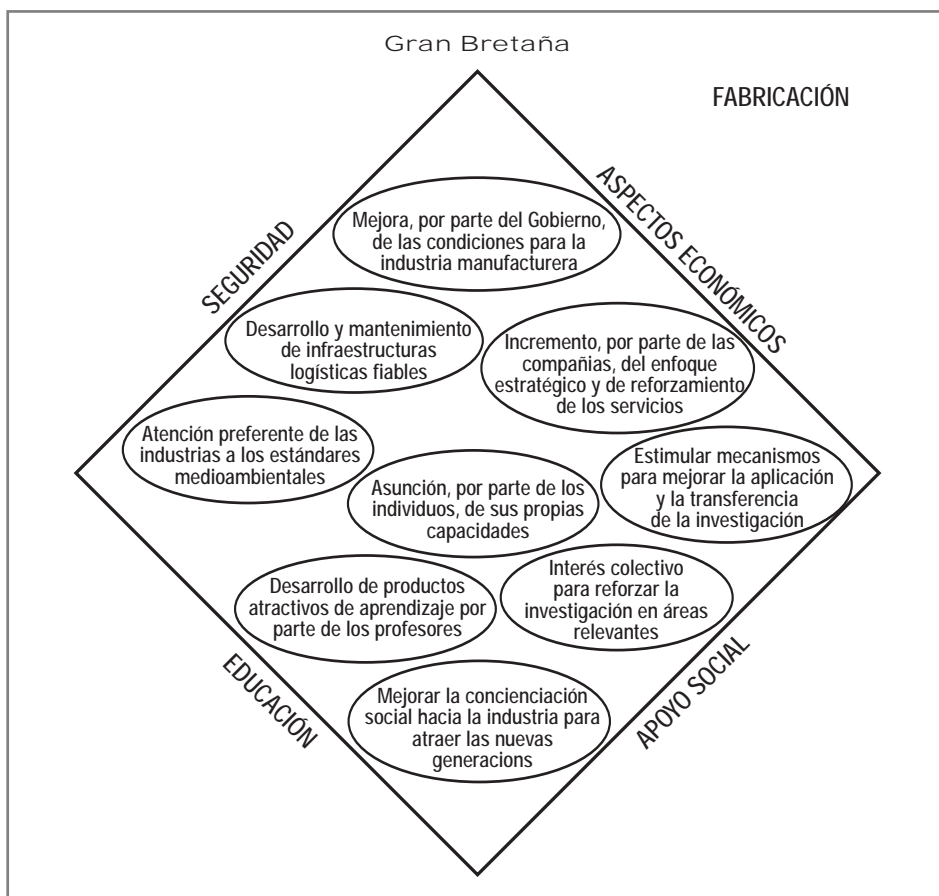
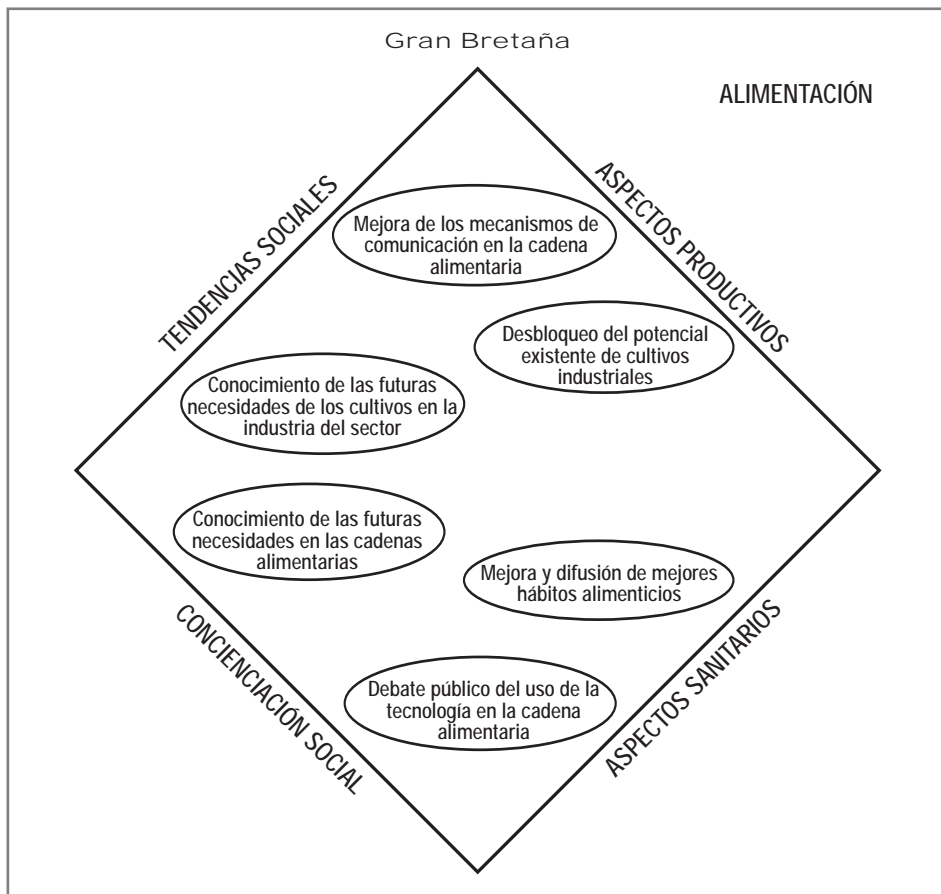


Figura 20
Líneas preferentes del
«Second Rounds»

7.4.4 Alimentación

De esta línea (figura 21), los principales aspectos que es preciso considerar aquí son los que se refieren al énfasis dado a la educación de la sociedad hacia una correcta alimentación que mejore sus condiciones sanitarias y, como consecuencia de ello, a las necesidades que se derivarían en los futuros cultivos y en las industrias y cadenas alimentarias. Igualmente, el plantear debates públicos sobre la introducción de determinadas tecnologías en los productos alimenticios aparece como elemento prioritario en este entorno. Ninguno de estos aspectos había aparecido en anteriores estudios.

Figura 21
Líneas preferentes del
«Second Round»



7.4.5 Salud

Así como en anteriores ocasiones eran las tecnologías los elementos prioritarios en los correspondientes polígonos tecnológicos, los preferentes son ahora la necesidad de un cuidado continuado e intensivo, la de las incapacidades relacionadas con la edad y las degenerativas, conjuntamente con los problemas de tipo psicológico (figura 22). Este último tema, aunque planteado aquí de forma muy residual, parece relacionado de manera indirecta con uno de los cuatro que aparecían como prioritarios, y ya estudiado, en el programa FUTUR: el del estudio de los mecanismos relacionados con el cerebro.

Finalmente, y con un énfasis significativo, aparece el estudio de temas de carácter medioambiental, de un tipo u otro, y cuyo impacto sobre la salud tampoco había aparecido en este entorno en anteriores ocasiones.

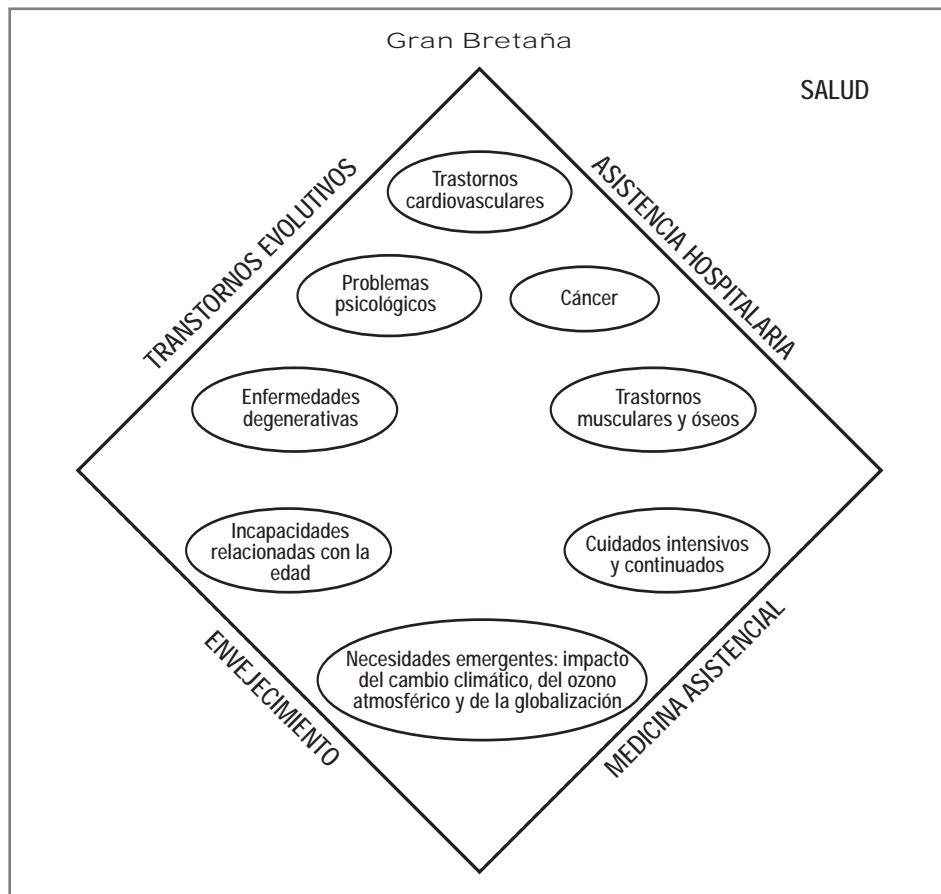
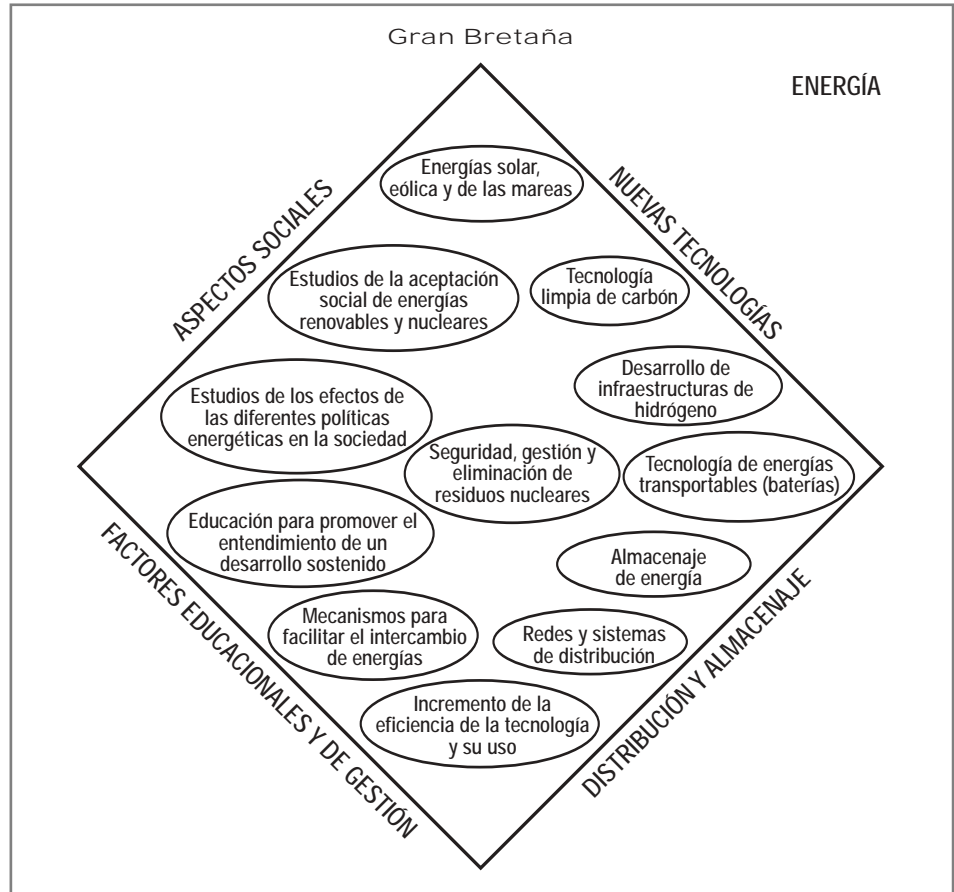


Figura 22
 Líneas preferentes del
 «Second Rounds»

7.4.6 Energía

Es significativo aquí el considerable incremento de elipses tecnológicas presentes en el polígono de la energía (figura 23), si se compara con el del estudio anterior. Y así como muchas de las nuevas elipses son solo una mayor precisión o un mayor detalle de las del anterior estudio, otras en cambio son totalmente nuevas. Son las que se refieren a temas relacionados, de una forma u otra, con temas educativos, tanto desde los que se refieren a mejorar el uso de la energía como a los que inciden sobre la propia sociedad para que acepte determinados tipos de energías. Este aspecto es el que aquí se ha considerado esencial y marca la nueva línea de incidencia social.

Figura 23
 Líneas preferentes del
 «Second Rouns»



7.4.7 Construcción

Los dos aspectos que aquí van a ser considerados dignos de ser diferenciados de otros estudios son los que se refieren a seguridad y a remodelación de edificios. Si la seguridad es considerada tanto desde el punto de vista estructural como sanitario, la de restauración y mejora de edificios afecta a una gran parte de las edificaciones existentes y que, de acuerdo con las nuevas políticas urbanísticas, no deben correr análoga suerte a la que tuvieron algunos edificios en épocas anteriores, que fueron demolidos sin tener en cuenta su posible valor arquitectónico. Este hecho, demandado por la sociedad, pasa a ser así objeto prioritario de atención. El resto de los temas presentes (figura 24), aunque podría hacerse algún comentario sobre ellos, no ofrece desde la actual perspectiva el interés que han planteado los anteriores.

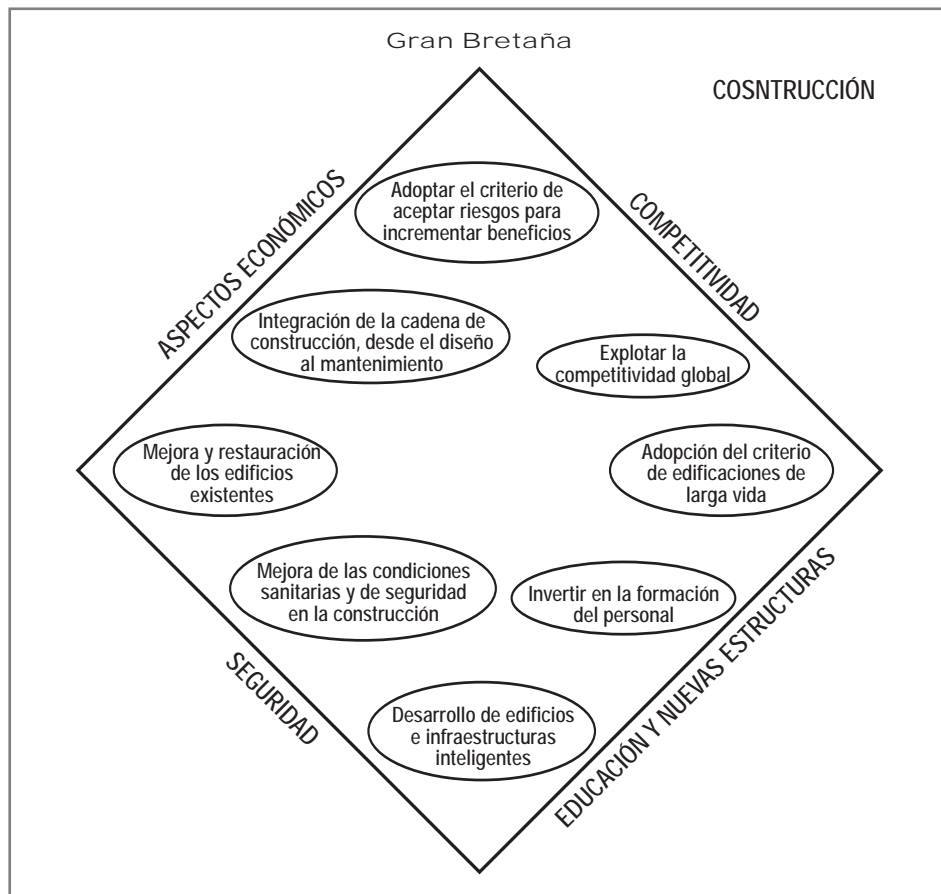
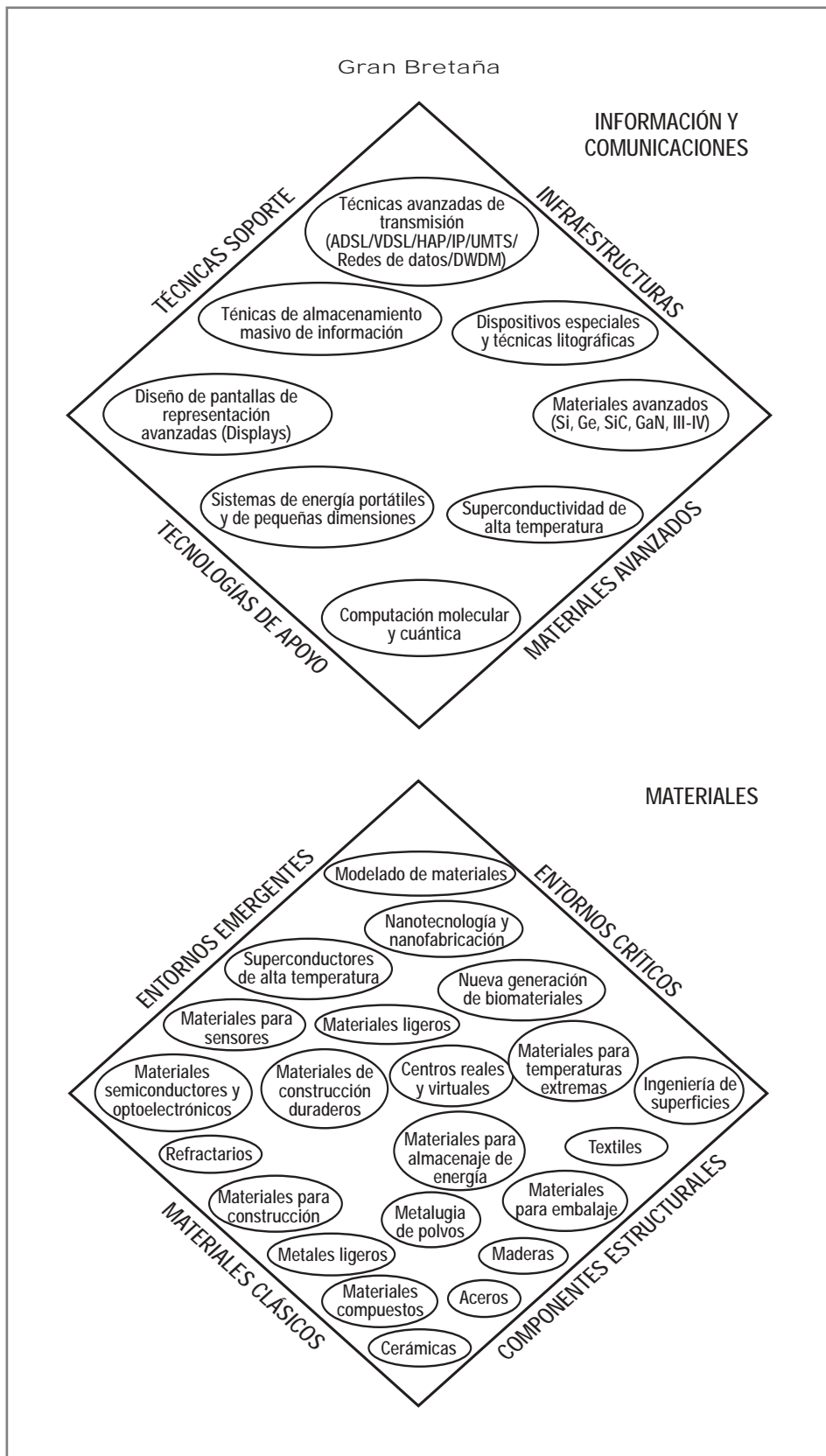


Figura 24
Líneas preferentes del
«Second Rounds»

7.4.8 Información y Comunicaciones-Materiales

Estos dos entornos (figura 25), integrados ahora en un único apartado, no plantean ningún tipo de idea adicional a lo que ya se ha visto en el capítulo 5 y, consecuentemente, no van a ser analizados como los anteriores. Ningún aspecto de carácter social aparece presente y, consecuentemente, mantiene la misma línea tecnológica de los estudios precedentes.

Figura 25
 Líneas preferentes del
 «Second Rouns»



8

Conclusiones y recomendaciones para futuros análisis



De los resultados presentados a lo largo de los anteriores capítulos, las conclusiones que se pueden extraer pueden ser tan dispares y tan numerosas como posibles intérpretes de las mismas existan. Si se analizan las presentadas en la mayor parte de los estudios comparativos realizados hasta la fecha, gran parte de los cuales aparecen en la bibliografía adjunta, podrá verse que, en su casi totalidad, estas conclusiones se refieren a aspectos relacionados, esencialmente, con las metodologías empleadas, con las técnicas de obtención de datos usadas, con los planteamientos y las exigencias de partida, con el tipo y el número de expertos que han participado en los estudios, con los fines para los que se realizó el ejercicio, con el intervalo de tiempo con que contó el análisis y el plazo temporal al que se dirigía, con el aprovechamiento que los resultados obtenidos tuvieron y con la comparación entre lo que se predijo para un cierto futuro y lo que, si ese futuro ha llegado ya, ha dado. Igualmente se encuentran conclusiones referentes a quién encargó el estudio y quién o quiénes fueron los encargados de llevarlo a cabo y si ese hecho ha repercutido, de una manera u otra, en los resultados obtenidos.

Pero resulta sumamente curioso el que en todas estas conclusiones, al menos dentro del análisis efectuado por los autores del presente trabajo, únicamente en el caso de la comparación de los resultados del Delphi alemán de 1998 y del de Japón, se haya realizado un análisis de las coincidencias obtenidas en las prioridades tecnológicas de uno y otro estudio. En este caso, el resultado que se presentó fue el de que, en su gran mayoría, los resultados obtenidos eran muy similares y que, como consecuencia de ello, se infería su validez. Se añadía, es cierto, que también se hacía constar el hecho de que los cuestionarios empleados en uno y otro caso eran muy similares y que es posible que, debido a ello, se hubiera llegado a resultados similares. Una consecuencia de este resultado fue el que el planteamiento de Alemania en el estudio que se inició a continuación, y que hemos visto en el capítulo 7, ha sido radicalmente distinto, ha partido de unos postulados diferentes y ha adoptado una nueva metodología.

En el estudio comparativo que se ha presentado aquí se han soslayado la mayor parte de las posibles comparaciones entre análisis prospectivos que ya han sido presentados en otros estudios. Nuestro interés se ha centrado en la comparación simple de los resultados tecnológicos obtenidos. Se ha determinado qué grandes áreas de tecnología han incluido los principales países de la Unión Europea en sus análisis y, dentro de ellas, qué líneas presentan como preferentes y prioritarias para una visión de un posible futuro. De los resultados obtenidos, que vamos resumir muy brevemente aquí, ya que han sido tratados en profundidad en capítulos anteriores, se presentarán al final de éste, un conjunto de conclusiones que podrían ser ampliadas, pero que intentaremos sintetizar en las más significativas. Previamente, presentaremos un conjunto de resultados que, a su vez, van a ser

divididos en dos grandes bloques: en uno de ellos se plantearán los aspectos de carácter general, encontrados en todos los países analizados; en el segundo nos centraremos en aquellos de carácter particular que, por su interés para futuros ejercicios de este tipo, pueden aportar algún tipo de idea válida. Finalmente, exponaremos algunas conclusiones, derivadas de las anteriores y que, en su caso, podrían servir de base para futuros estudios de prospectiva tecnológica en determinados entornos.

8.1 Resultados de carácter general

De una manera muy resumida, los principales resultados obtenidos de los capítulos anteriores son los siguientes:

- Los grandes bloques tecnológicos planteados en los análisis prospectivos de los cinco países de la UE estudiados presentan grandes analogías, tanto en lo que se refiere a los enfoques temáticos tomados como a sus objetivos.
- Las líneas tecnológicas, planteadas como prioritarias dentro de cada uno de los anteriores bloques, difieren en lo que se refiere a los detalles particulares de la importancia que se les dé en cada estudio o en el bloque tecnológico en el que se sitúen, pero, como en el caso anterior, presentan unas similitudes muy significativas.
- En algunos bloques tecnológicos estudiados, y más en concreto en los de «*Materiales-Química*», «*Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones*», «*Construcción-Infraestructuras-Habitat*», «*Ingeniería de Procesos y Gestión*» y «*Bienes y Servicios de Consumo*», las concordancias entre los estudios de todos los países vistos, en las líneas que presentan son casi totales. Las diferencias, en una primera aproximación, son nulas. Si se profundiza a un nivel de detalle mayor, estas similitudes se mantienen también en un grado muy alto.
- Aunque algunos temas o algunas líneas no aparezcan, aparentemente, en algunos países, esta apariencia es puramente formal ya que, de hecho, están presentes en otro o en otros bloques tecnológicos. En algunos casos lo están como parte de una línea tecnológica más amplia, que abarca diferentes temas, y que por ello enmascara su aparición.
- Únicamente aparecen diferencias significativas en algunas líneas, cuando estas líneas se corresponden con alguna técnica o técnicas cuya aparición en un país carece de sentido, por las características propias del mismo o, en caso contrario, aparece preferentemente en un país y no en otro porque en dicho país es tema prioritario para su futuro.
- Los grandes bloques tecnológicos, así como la mayor parte de las líneas preferentes incluidas en ellos, analizadas por todos los países siguen pautas muy similares en todos los casos, tanto en lo que se refiere a su horizonte temporal de aplicación (que no ha sido detallado en este estudio) como a sus objetivos finales.
- La presencia de líneas similares en todos los casos es algo lógico, en el momento actual, dada la fácil accesibilidad que posee todo experto para acceder a cualquier tipo de información y, consecuentemente, conocer cuáles son las líneas preferentes en cualquier país o entorno del mundo.
- Las líneas prioritarias expresadas por un país catalogado como «grande», y cuya influencia sobre la generación y el uso de unas determinadas tecnologías es significativa, determinan de forma inexorable las líneas por las que discurren los ejercicios realizados por el resto.

- Es altamente significativo que, sobre todo en aquellos estudios en los que la categoría de lo social ha predominado sobre la tecnología, uno de los factores que ha recibido más peso en todos los casos haya sido el de la formación continuada, en todos los niveles, y el de la atención personalizada al usuario de una cierta tecnología. La producción masiva de productos y su uso indiscriminado e indeterminado ha pasado a un segundo plano.
- De igual manera, en el segmento de la alimentación, su relación con el entorno de la salud se ha estrechado y ya no es sólo la producción de alimentos en mayor o menor cantidad lo que únicamente predomina, sino también su incidencia sobre la salud del consumidor.

8.2 Resultados de carácter particular

Los resultados que pudieran englobarse en este apartado serían los siguientes:

- Un país únicamente plantea un bloque o una línea prioritaria, que se separa del resto de las establecidas por otros países, cuando el mismo o la misma responde a una necesidad directa de dicho país. Esta necesidad puede derivarse, entre otras razones, de sus condiciones geográficas o de la política industrial adoptada con anterioridad. El caso de Holanda, tomando líneas prioritarias dirigidas hacia el estudio de estructuras relacionadas con fluidos, y el de Gran Bretaña o Francia, haciendo lo mismo con la Tecnología aeroespacial, son ejemplos de ello.
- En aquellos casos en los que una determinada línea tecnológica es aceptada en un cierto país como prioritaria, debido a la intensa actividad general que se supone va a tener en el futuro, en un número muy elevado de entornos, esta línea se considera línea prioritaria. En aquellos otros casos en los que, aunque considerando su importancia, no se han analizado las diferentes formas futuras de incidir sobre las distintas áreas, esta actividad tecnológica aparece distribuida en diferentes bloques o líneas tecnológicas, sin un protagonismo tan acentuado. El caso de «Sensores» es el ejemplo más directo de este hecho.
- La necesidad de mantener la actividad en una determinada línea, aunque esta línea pueda ser considerada como «convencional» y, por ello, no objeto de una nueva prioridad futura, hace que aparezcan en algunas ocasiones líneas que, desde un punto de vista de verdadera prospectiva, no deberían aparecer. Este hecho puede ser derivado de la incidencia de factores políticos existentes en el momento de realizar el estudio, que han primado sobre los estrictos de análisis de escenarios futuros. Dichas líneas o dichas tecnologías, deberían seguir siendo objeto de interés preferente y constante, desde un punto de vista de política tecnológica de la correspondiente administración, pero no ser marcadas como líneas de futuro. En caso de hacerlo, deberían serlo por la necesidad de obtener en ellas propiedades o aplicaciones realmente diferentes a las actuales.
- La aparición, en muy contados análisis, de líneas preferentes dirigidas hacia el estudio de temas casi totalmente de ciencia básica, como es el caso del estudio del cerebro, implica una cierta deriva hacia el reconocimiento de la necesidad de volver a considerar a estos sectores como prioritarios para posteriores desarrollos tecnológicos. Una prospectiva puramente tecnológica, como ha sido llevada a cabo durante gran parte de la década de los ochenta y parte de los noventa, parece así que empieza a ser desechada.
- De igual manera, el estudio de una tecnología en sí misma, como línea prioritaria, y su posterior análisis hacia qué segmentos de la sociedad puede dirigirse está siendo sustituida, de manera clara, por el estudio, primero, de qué necesidades o qué prioridades tiene la sociedad y, a continuación, qué tecno-

logías pueden satisfacerlas. Este hecho, además de suponer la introducción de una componente social muy importante en estos temas, supone también el que, con mayor facilidad, la propia sociedad entienda, y consecuentemente fomente y demande, un determinado desarrollo tecnológico.

- La aparición, en algunos bloques tecnológicos y, sobre todo en los análisis con orientación social, de actividades en las que se da especial relevancia a una actuación pluri o multidisciplinar, representa una nueva ruptura con la estructuración en áreas aisladas tecnológicamente, como había sido tradicional en los estudios iniciales.

8.3 Conclusiones generales

De acuerdo con todo lo anterior, pueden presentarse una serie de consideraciones que vamos a resumir en el presente apartado. Estas conclusiones son las siguientes:

- Resulta redundante el análisis prospectivo, individualizado para cada país, de determinadas áreas tecnológicas cuya actividad tiene unas características tan genéricas que son independientes de la zona geográfica que se considere. El análisis debería realizarse, en estos casos, de forma global. Este entorno, dado el objetivo del presente estudio, debería ser el de la Unión Europea, a través de los mecanismos que se establecieran para ello.
- En el resto de las áreas tecnológicas consideradas, aunque en ciertos aspectos presenten diferencias que parecerían justificar la realización individual de este tipo de análisis, las diferencias son más de forma que de fondo. Las tecnologías de base son, conceptualmente, las mismas y, en realidad, la única diferencia que presentan es en la aplicación aparente a la que van dirigidas. En este sentido, la realización de un estudio global, como el apuntado antes, seguiría teniendo sentido si, a continuación, se siguiera otro individualizado para el país o entorno considerado, incidiendo en él sus características propias.
- Las líneas tecnológicas prioritarias presentadas, en la mayoría de los estudios analizados, no suponen una innovación conceptual significativa con respecto a lo que de un análisis profundo de las publicaciones realizadas en cada campo podría obtenerse.
- El predominio de la «Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones» en todos los entornos considerados es absoluto. La unanimidad de estas conclusiones en todos los estudios, también lo es. Por ello, su futuro, más que determinado por las posibles aplicaciones a las que hoy se dedican, vendrá de su intersección con el resto de las tecnologías. Y esta intersección, además de determinada por aspectos puramente técnicos, vendrá determinada por aspectos sociales y estructurales.
- El enfoque dado por los estudios analizados de escenarios tecnológicos de un futuro más o menos lejano puede no tener ninguna realidad si no se considera, al mismo tiempo y con una importancia primordial, lo que la sociedad pueda demandar, o se estime pueda demandar, en ese futuro.
- Determinados estudios prospectivos de carácter regional, englobando en ese concepto tanto a conjuntos de países de carácter medio como a regiones diferenciadas por algún motivo de países de mayores dimensiones, adquieren sentido si en ellos se analizan las peculiaridades que los caracterizan y que puedan demandar unos planteamientos diferentes a los establecidos para entidades de mayor tamaño. Estos planteamientos diferenciadores pueden encaminar los resultados de un estudio prospectivo hacia segmentos y hacia soluciones no considerados en los otros.

- Surge, en los últimos estudios, un reforzamiento significativo del fomento de estructuras multidisciplinares que puedan enfrentarse con mayor capacidad de respuesta a los escenarios de los próximos años.
- Igualmente se refuerza algo que sí es privativo de cada entorno, por la forma de llevarlo a cabo, aunque el objetivo sea el mismo en todos: el fomento de la educación continuada en todos los segmentos de la sociedad, tanto de los que se encuentran en etapa productiva como de los que ya la han dejado atrás.
- Resulta obligado, para que estos estudios tengan sentido, que se realicen de forma continuada y los resultados vayan modificándose en tiempo real. Un estudio puede dejar de tener validez en un plazo muy breve si, en el intervalo considerado, se ha producido algún hecho, científico-técnico o social, que pueda alterar el planteamiento inicial hecho.
- Como continuación de lo anterior, y así ha sido puesto de manifiesto por algunos autores, no parece conveniente que sean los mismos equipos los que realicen, analicen y modifiquen los sucesivos estudios. Es necesario un cambio frecuente de participantes y, dado el número de los que pueden intervenir, esto sólo es posible a nivel global, como el considerado en el primer punto del presente apartado.

8.4 Síntesis final

Como conclusión final del presente trabajo hemos creído conveniente sintetizar más aún los resultados obtenidos en tres puntos que se han considerado lo más significativos de todo el estudio. Estos hechos que creemos necesario destacar son los siguientes:

- Es redundante realizar estudios prospectivos aislados sobre prioridades genéricas en tecnologías de carácter horizontal que sean de uso obligado por cualquier entorno, tanto geográfico, como industrial o sociológico. Las conclusiones obtenidas van a ser similares en todos los casos. Un único estudio, coordinado entre todos los países que configuren un bloque económico, podrá dar resultados más amplios y de mayor validez.
- La aplicación del anterior estudio, si se llega a realizar, a cada entorno particular, deberá basarse en las condiciones de contorno del mismo y deberá adaptarse a la realidad existente. Ese estudio, de carácter regional, habrá de llevarse a cabo con los parámetros particulares que cada entorno tenga.
- Los estudios prospectivos deberán tener como escenarios básicos las necesidades o los deseos que la sociedad a la que ese estudio se dirige tenga. Las tecnologías solo deberán ser el medio para conseguir esos objetivos y no ser un objetivo en sí mismas o un objetivo dirigido hacia un único fin, como puede ser el industrial. Solo si la sociedad ve satisfechas sus necesidades, necesidades que a veces pueden no estar presentes en las ideas iniciales del desarrollo de una cierta tecnología, aceptará de buen grado el desarrollo tecnológico y esto redundará en la posterior demanda de una mayor incentivación del mismo.

9

Bibliografía



La bibliografía que se acompaña ha sido relacionada por países y, dentro de cada país, por su fecha de publicación. Al final, esta lista se complementa con algunos de los principales estudios realizados dentro de la Unión Europea y que o bien han sido referenciados en el texto o bien se han considerado significativos por las opiniones que en ellos se vierten. Como complemento se indican algunas direcciones de Red en las que puede obtenerse gran parte de la información consultada.

Gran Bretaña

- «Progress through Partnership». Report from the Steering Group of the Technology Foresight Program. Office of Science and Technology. UK. 1995.
- «Opportunities for Industry in the Application of Nanotechnology». Materials Panel. Department of Trade and Industry. Jan 1999.
- «Processing the Future-Report of the Foresight Process Industry Sub-Group». Chemicals Panel. Department of Trade and Industry. Jun. 1999.
- «The Impact of Demographic Change». Philip Booth and Deborah Cooper, Social Insurance Reformation research Unit, City University and Gabriel Stein, Lombard Street Research. Feb 2000.
- «The Age Shift. A consultation Document». Ageing Population Panel. Department of Trade and Industry. UK. May 2000.
- «Healthcare and Ageing Population Panels». Joint Taskforce on Older People. Department of Trade and Industry. Sep. 2000.
- «Foresight in Surface Engineering». Document Compiled by the Surface Engineering Committee of the Institute of Materials. Oct. 2000.
- «The Age Shift-Priorities for Action». Ageing Population Panel. Department of Trade and Industry. Dec. 2000.
- «Materials: Shaping our Society». Materials Panel. Department of Trade and Industry. Dec. 2000.
- «UK Manufacturing: We can make it better». Manufacturing 2020 Panel. Department of Trade and Industry. Dec. 2000.
- «The Physical World in a Virtual Age». Built Environment and Transport Panel. Department of Trade and Industry. Dec. 2000.
- «Stepping Stones to Sustainability». Energy and Natural Environment Panel. Department of Trade and Industry. UK. Dec. 2000.
- «A Chemicals Renaissance». Chemicals Panel. Department of Trade and Industry. Dec. 2000.
- «Let's Get Digital». Information, Communications and Media Panel. Department of Trade and Industry. Dec. 2000.

- «The (R)etail (R)evolution». Retail and Consumer Services Panel. Department of Trade and Industry. Dec. 2000.
- «Healthcare 2020». Healthcare Panel. Department of Trade and Industry. Dec.2000.
- «The Future of Financial Services». Financial Services Panel. Department of Trade and Industry. UK. Dec. 2000.
- «Preparing for the Future: Food Chain and Crops for Industry Panel Report». Department of Trade and Industry. UK. Dec. 2000.
- «Turning the Corner». Crime Prevention Panel. Department of Trade and Industry. UK. Dec. 2000.
- «Predictive Modeling of Materials in the UK». Department of Trade and Industry. Feb. 2001.
- «ITEC Group Report». Information, Communications and Media Panel. Department of Trade and Industry. Feb. 2001.
- «Information Relationships Report». Information, Communications and Media Panel. Department of Trade and Industry. Mar. 2001.
- «Constructing the Future». Built Environment and Transport Panel. Department of Trade and Industry. Jun. 2001.
- «Messages from the Current Round». Foresight Steering Group. Department of Trade and Industry. UK. Aug. 2001
- «Energy for tomorrow. Powering the 21st Century». Energy and Natural Environment Panel. Department of Trade and Industry. Aug 2001.
- «@Your Home. New Markets for Consumer, Services and Delivery». Retail Logistics Task Force. Retail and Consumer Services Panel. Department of Trade and Industry. Oct. 2001.
- «A Strategic Framework for 2015». Foresight Sensors Task Force. Department of Trade and Industry. Mar 2002.
- «Power without Pollution». Energy and Natural Environment Panel. Department of Trade and Industry. Mar. 2002.
- «Electronic Materials and Devices, Report of the Defence and Aerospace National Advisory Committee». Defence, Aerospace and Systems Panel. Department of Trade and Industry. UK. Apr. 2002.
- «The National Defence and Aerospace Systems Panel: Report of the Research and Technology Task Force 2001». Defence, Aerospace and Systems Panel. Department of Trade and Industry. UK. Apr. 2002.

Alemania

- «Delphi '98 Umfrage'. Kerstin Cuhls, Knut Blind, Hariolf Grupp. Fraunhofer Institute Systems and Innovations Research. 1998.
- «Delphi» 98 Studie. Befragung zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik'. Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF). Karlsruhe, Januar 1998.

Dietz, Volkmar, «Technology Foresight in the Federal Republic of Germany». Regional Conference on Technology Foresight for CEE and NIS Countries. Viena, Austria. 4 April 2001.

«Futur Lead Vision Complete Document». Futur, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, July 2002.

«Futur Guideline: Individual Products for Tomorrow's Markets». Futur, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, July 2002.

«Futur Lead Vision. Creating Open Access to Tomorrow's World of Learning». Futur, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, July 2002.

«Futur Lead Vision. Healthy and Vital throughout Life by Prevention». Futur, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, July 2002.

«Futur Lead Vision. Living in a Networked World: Individual and Secure». Futur, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, July 2002.

«Futur Lead Vision. Understanding Thought Processes». Futur, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, July 2002.

Francia

«Technologies Clés 2005. Rapport Final». Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie. Secretariat d'Etat à l'Industrie. Service de l'Innovation. Convention d'étude n.º 99 1 7801. Oct. 2000.

Philippe Bourgeois, Ministry of Economy, Finance & Industry, France. «Technology Foresight for Strategic Decision Making». Regional Conference on Technology Foresight for CEE and NIS Countries. Viena, Austria. 4 April 2001.

Suecia

«The Foresighted Society. A Synthesis Report from the Swedish Technology Foresight Project». Swedish Technology Foresight, Royal Academy of Engineering Sciences, Swedish National Board for Industrial and Technical Development, Foundation for Strategic Research, Federation of Swedish Industries. ISBN 91 7082-668-4. Sweden 2000.

«Lennart Lübeck, Technisk Framsyn. The Swedish Technology Foresight Project». Regional Conference on Technology Foresight for CEE and NIS Countries. Viena, Austria. 4 April 2001.

Holanda

«Technology RADAR». Vol 1: «Main Report and Executive Summary». Ministry of Economic Affairs. La Haya. Holanda. Marzo, 1998.

«Technology RADAR». Vol 2: «Technology Needs Profiles of 22 Business Segments». Ministry of Economic Affairs. La Haya. Holanda. Marzo, 1998. (En holandés)

- «Technology RADAR». Vol 3: «Profiles of 15 Technology Fields». Ministry of Economic Affaires. La Haya. Holanda. Marzo, 1998. (En holandés)
- «Technology RADAR». Vol 4: «Global Views on Strategic Technologies». Ministry of Economic Affaires. La Haya. Holanda. Marzo, 1998.

Unión Europea

- «Overview of Recent European and Non-European National Technology Foresight Studies». J. P. Gavnigan, Eanon Cahill. European Commission-Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Seville. EUR 17301 EN. Mar. 1997.
- «The IPTS Futures Project. Synthesis Report». European Commission-Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Seville. EUR 19038 EN. Jan. 2000.
- «A survey of National/Regional Prospective Technological Studies in Germany and Spain and the Exploitation of Their Results in the Policy-Making Processes». S. Korte, A. Schmitt, A. Zweck, A. Menéndez, L. Sánchez. European Commission-Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Seville. EUR 19574 EN. May. 2000.
- «Best Practice in National Foresight Methodology and its Practical Application». Thematic Network on Foresight in the Enlargement Countries. EU-Enlargement, Building Linkages on Prospective Activities. Warsaw, Poland 28-30 Jun. 2000.
- «IPTS-ESTO Techno-Economic Analysis Report 1999-2000». European Commission-Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Seville. EUR 19626 EN. 2000.
- «A Practical Guide to Regional Foresight». European Commission-Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Seville. EUR 20128 EN. Dec. 2001.
- A Trans-National Analysis of Results and Implications of Industrially-Oriented Technology Foresight Studies (France, Spain, Italy & Portugal). European Commission-Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Seville. EUR 20138 EN. Feb. 2002.
- «Monitoring Foresight Activities». European Science and Technology Observatory (ESTO). Jun. 2001.

WEBS

- Alemania: The Futur Initiative: www.futur.de
- Holanda: Advisory Council for Science and Technology Police (AWT): www.awt.nl
- Gran Bretaña: The Foresight Initiative: www.foresight.gov.uk
- Suecia: Teknisk Framsyn för Sverige: www.tekniskframsyn.nu
- Francia: Technologies-clés 2005: www.industrie.gouv.fr
- UE: Institute for Prospective Technological Studies (IPTS): www.jrc.es