

## La prospectiva como herramienta para la política científica y tecnológica

*Luis Sanz Menéndez, Cecilia Cabello y Fina Antón*

---

Arbor CLXVII, 657 (Septiembre 2000), 79-109 pp.

*El artículo trata sobre la utilización de la prospectiva tecnológica en el diseño y desarrollo de las políticas científicas y tecnológicas. Primero, hace una aproximación conceptual en la que se presenta una doble visión de la prospectiva como fuente de información para los decisores públicos y como proceso de coordinación en los sistemas nacionales de innovación. Después se repasa el uso de la prospectiva en otros países, explicando cómo y en qué contexto surgen. Por último, se analiza la situación española y sus tendencias y se plantean algunas reflexiones sobre la utilización de la prospectiva como instrumento de las políticas públicas.*

---

### 1. Introducción

Este trabajo trata sobre el papel de los gobiernos en la promoción del desarrollo científico-técnico y la innovación tecnológica, más en particular sobre la utilización de la prospectiva tecnológica en el diseño y desarrollo de las políticas científicas y tecnológicas.

La relevancia de este análisis se fundamenta, por un lado, en la creciente importancia de la innovación tecnológica para el desarrollo económico y el bienestar social<sup>1</sup> y, por otro, en la constatación de que el desarrollo científico-técnico se viene produciendo de forma sistemática de la mano del Estado y los gobiernos<sup>2</sup>. Además, en la última década, los re-

cursos públicos aplicados a la investigación, la tecnología y la innovación han sido sometidos a crecientes restricciones presupuestarias que refuerzan la necesidad de demostrar su uso eficaz y eficiente y que demandan la selección de aquellas actividades más importantes desde el punto de vista de sus implicaciones sociales, económicas y de innovación.

En este marco estratégico y coyuntural, a principios de los noventa, emerge con fuerza un nuevo instrumento, conocido como prospectiva tecnológica (*technology foresight*), que pasa a jugar un papel central tanto en el diseño y desarrollo de una «nueva generación» de políticas de ciencia, tecnología e innovación<sup>3</sup>, como sobre todo en la retórica de la acción pública. Sin embargo, es imprescindible señalar la diversidad de prácticas, metodologías y objetivos que se esconden tras el concepto de prospectiva, así como los variados marcos institucionales de su desarrollo en los diferentes países, por no hablar de sus impactos reales en las políticas.

Tras esta diversidad de prácticas hemos diferenciado<sup>4</sup> dos líneas de desarrollo en las intenciones y en el uso de la prospectiva en el contexto de las políticas científicas y tecnológicas: por una lado se utiliza como herramienta generadora de información sobre los desarrollos tecnológicos previsibles, que se ponen a disposición —además de otras— de los responsables de las políticas públicas y, por otro, como potencial proceso organizado de movilización y consulta sistemática de los actores de la I+D (empresas, centros de investigación, universidades, etc.) para la coordinación de las actividades y estrategias de investigación e innovación.

Tradicionalmente el énfasis de la prospectiva se ha situado en la producción de información sobre las tendencias futuras en el desarrollo tecnológico (listas de tecnologías clave, informes de predicciones tecnológicas, etc.); sin embargo, hoy se insiste más en su relevancia como proceso organizado de creación de consenso sobre las tendencias futuras y de alineamiento de los intereses diversos de los actores del sistema de innovación; todo ello además de contribuir a la construcción de los objetivos y prioridades nacionales consensuados entre los diversos actores. En la mayoría de los países la prospectiva se usa simplemente como una mera herramienta para obtener información relevante en la toma de decisiones, sin embargo, recientemente en Europa aparece con mucha claridad el intento de sobrepasar esta situación y utilizar la prospectiva como herramienta de coordinación y alineamiento de las expectativas tecnológicas que tienen los actores del sistema nacional de innovación.

Por otro lado, la propia reelaboración conceptual de las políticas de ciencia, tecnología e innovación ha contribuido a sacar el proceso de definición de las prioridades nacionales de I+D de los despachos de los ministerios o de las redes de intereses creados, y a intentar implicar de for-

ma sistemática y organizada a un número creciente de actores del sistema. Además las políticas han abandonado los esquemas más simplistas basados en el modelo lineal de innovación y el espontáneo devenir del conocimiento por etapas sucesivas desde la producción a la utilización. Hoy se hace hincapié en los procesos de difusión, en el aumento de la capacidad de absorción y en la asimilación de la tecnología por el conjunto de la sociedad, más que en la simple producción de nueva tecnología<sup>5</sup>. En este contexto la prospectiva emerge como instrumento para poder contribuir a reforzar los procesos de coordinación a través de la interacción y de la transmisión de información, propiciando la comunicación entre usuarios y productores de conocimiento en todas las fases del proceso de innovación<sup>6</sup>, ayudando a la articulación de la demanda, y, por tanto, contribuyendo de forma decisiva a la reducción de la incertidumbre sobre el desarrollo tecnológico posible.

En España, a mediados de los ochenta, la prospectiva tecnológica fue reconocida, en el contexto de las reformas que afectaron a la política científica y tecnológica<sup>7</sup>, como un elemento importante para la formulación de las políticas. Entre los criterios que la Ley 13/86, *para la Promoción y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica*, definió explícitamente para tener en cuenta, en la elaboración de las prioridades nacionales, estaban las tendencias de desarrollo científico técnico en los diversos campos. Además la CICYT (organismo supremo de la política científica y tecnológica española desde entonces) procedió a crear una unidad especializada, la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP). Sin embargo, resulta paradójico que habiéndose desarrollado estas preocupaciones de forma tan temprana, en relación con otros países europeos, y habiéndose alcanzado un elevado nivel de institucionalización en el seno de la administración pública, el grado de desarrollo de la prospectiva ha sido muy limitado, tanto en cantidad de estudios como en su impacto en los procesos de toma de decisiones y formulación de prioridades para las políticas de ciencia, tecnología e innovación. Bien es cierto que se detectan tendencias significativas de cambio.

Este artículo se organiza en tres bloques: el primero consiste en una aproximación conceptual a la *prospectiva*, y a su relación con la política científica y tecnológica; en el segundo se repasa la situación internacional en el uso de la prospectiva; en la tercera parte se analiza la situación española, precisamente para intentar dar cuenta de la contradicción señalada. Por último, se plantean algunas reflexiones sobre la utilización de la prospectiva como instrumento al servicio de las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

## 2. Conceptualización de la Prospectiva Tecnológica

En la última década se observa un cambio significativo, tanto en la forma de entender la innovación y los procesos conducentes a la misma, como en la naturaleza de las políticas que se proponen para promoverla. Durante muchos años la concepción dominante del proceso de innovación modelizaba éste como una secuencia de etapas que comenzaban en la producción de conocimiento básico, en cuyo apoyo debía concentrarse la actuación pública, y tras pasar por la investigación aplicada se llegaba al desarrollo tecnológico, ya responsabilidad de las empresas. El desarrollo tecnológico y la generación de nuevos productos, la transformación del nuevo conocimiento en riqueza, resultaba automáticamente de un proceso lineal. Sin embargo, múltiples observaciones empíricas a finales de los años setenta y principios de los ochenta evidenciaron los déficits interpretativos de este modelo. Algunos países, como Japón, sin apenas capacidades científicas básicas manifestaban resultados tecnológicos e innovadores extraordinarios, mientras que otros países con una importante base científica, como Reino Unido, no mostraban una tendencia similar. Estas observaciones y el desarrollo de modelos evolucionistas ayudaron a la formulación de un esquema conceptual denominado *sistemas nacionales de innovación*<sup>8</sup> que en lo esencial representaba la reafirmación de la naturaleza colectiva y sistémica del proceso de innovación. Desde este punto de vista los resultados innovadores de los países, regiones o empresas, no dependen exclusivamente de los recursos que se aplican al desarrollo de conocimiento básico, sino también de la arquitectura institucional en la que se desenvuelve la innovación. Así pues, la coordinación de los diversos actores de un sistema de innovación, y el diseño de las instituciones de apoyo al mismo, pasaron a ser una preocupación adicional de las políticas públicas, que hasta entonces se aproximaban al problema exclusivamente desde la creación de incentivos y la protección de los derechos de propiedad.

Además de un cambio en los modelos cognitivos sobre la innovación, las políticas y acciones emprendidas por los gobiernos en favor de la ciencia, la tecnología y la innovación también han madurado en estos años. Hasta mediados de los ochenta el modelo dominante de la acción pública en la mayoría de los países, incluida España, correspondía a un modelo basado en la primacía del apoyo a la producción y desarrollo de nuevas tecnologías, en detrimento de las políticas de difusión y absorción tecnológica; muy pocos países tenían modelos de políticas en los que dominaban las segundas<sup>9</sup>. Hoy sin embargo se insiste en la mayor relevancia para el desarrollo económico y el bienestar social de las políticas de difu-

sión<sup>10</sup>; las políticas, además de estimular la producción de nuevo conocimiento, pretenden incorporar las demandas de los usuarios y propiciar la comunicación entre usuarios y productores en todas las fases del proceso de innovación<sup>11</sup>.

Paralelamente los gobiernos han limitado las formas tradicionales de apoyo a la ciencia y la tecnología basadas exclusivamente en la delegación de la responsabilidad a los actores de la investigación. Los gobiernos han desarrollado sistemas de selección de prioridades<sup>12</sup> y objetivos científico-técnicos como mecanismos de guía de las actividades de investigación de los actores públicos y privados. La *investigación estratégica*<sup>13</sup> ha pasado a ser un elemento central en los mecanismos que los gobiernos utilizan para fomentar el desarrollo científico-técnico y la innovación. Por último, la crisis en la financiación pública de la investigación de finales de los ochenta y principios de los noventa y la escasez de recursos disponibles, han aumentado la importancia de la selección de prioridades nacionales para la I+D. Seleccionar adecuadamente los objetivos, para utilizar eficientemente los recursos, deviene un elemento central de las preocupaciones de los responsables de las políticas de ciencia e innovación<sup>14</sup>.

Estas tendencias en la evolución de las políticas combinan pues, una mayor relevancia de la selección de objetivos y tareas prioritarias, con un mayor énfasis en la incorporación de otros actores del sistema de innovación, distintos de los investigadores o productores de conocimiento. Esta situación aumenta la presión sobre las políticas públicas para lograr un equilibrio o balance entre el necesario proceso de orientación/dirección (*steering*) que los gobiernos pretenden y la agregación (*aggregation*) de los intereses y preferencias de los diversos actores de la innovación<sup>15</sup>; este equilibrio resulta imprescindible en una actividad, como la I+D, donde la ejecución es delegada por el gobierno en otros actores y dónde metafóricamente se puede establecer una relación *principal-agente*<sup>16</sup>. Esas dimensiones, que pueden identificarse en los sistemas de innovación, necesitan encontrar un equilibrio para el adecuado funcionamiento del mismo; *orientación / dirección* por parte de los legítimos representantes políticos, pero al mismo tiempo, *agregación* de las expectativas e intereses de los diferentes actores que intervienen en el desarrollo científico y tecnológico, para hacer viable la propia actividad de producción de conocimiento e innovación. En este contexto la prospectiva tecnológica emerge como un elemento relevante para ayudar en ese proceso.

Aunque la prospectiva está de moda no es una herramienta nueva; sus primeros desarrollos están asociados al perfeccionamiento de los instrumentos de planificación y gestión derivados de la investigación operativa y a la emergencia de los estudios de futuro<sup>17</sup>. Aunque en los años 70

la prospectiva tecnológica se consolida en Japón, no es hasta principios de los noventa cuando adquiere su nuevo significado, especialmente en el contexto Europeo occidental, asociado a las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

La prospectiva se ha considerado parte de los instrumentos de información<sup>18</sup> con los que algunos decisores políticos han contado a la hora de establecer las prioridades de I+D. La actuación racional de los responsables políticos a la hora de tomar decisiones requiere la utilización de información, para ello recurren a toda una serie de actividades que les proporcionan *inputs*; es aquí donde se podría situar la prospectiva, entendida como fuente de información (documentos, informes, etc.). La teoría clásica de la toma de decisiones postula que los actores (incluidos los responsables políticos) buscan información hasta un límite sensible en el que se evalúan los costes de la producción de nueva información y el beneficio que les reportará; es así como podría calcularse la inversión en prospectiva (información sobre las tendencias futuras y escenarios posibles), o en otras fuentes de información, que hubieran estado dispuestos a realizar.

Sin embargo, también se ha podido observar que los responsables políticos, con frecuencia, no utilizan toda la información de la que disponen<sup>19</sup>. Las políticas de ciencia y tecnología se desenvuelven en contextos de gran incertidumbre, lo que lleva a los decisores políticos a solicitar mucha más información de la que pueden utilizar; la información adquiere así un valor simbólico<sup>20</sup> que se traduce en el reconocimiento para sus poseedores de su competencia para tomar decisiones. Así pues la información (y la prospectiva por tanto) y su disponibilidad legitiman la decisión; la prospectiva, en su dimensión de información para la toma de decisiones, tiene pues ciertas propiedades simbólicas, que debemos tener en cuenta a la hora de entender las formas y maneras en que se usa dentro de las organizaciones, pero debe señalarse que el valor simbólico no garantiza ni su oportunidad ni su adecuada gestión en las organizaciones.

El resurgimiento actual de la prospectiva adquiere dimensiones que superan la mera producción de información para la toma de decisiones, y abre perspectivas novedosas que merece la pena explotar. La puesta en marcha de ejercicios de prospectiva en varios países de forma simultánea, aunque de naturaleza sustancialmente distinta, evidencia esta tendencia<sup>21</sup>. Ben Martin se refiere a la prospectiva como *«el proceso que se ocupa de forma sistemática de vislumbrar a largo plazo, el futuro de la ciencia y la tecnología, la economía y la sociedad con el objeto de identificar las áreas estratégicas de investigación y las tecnologías genéricas emergentes que probablemente reportarán beneficios económicos y sociales»*<sup>22</sup>.

Dos aspectos se resaltan en la definición: en primer lugar la prospectiva aparece considerada como *un proceso* y no un simple conjunto de análisis o estudios sobre el futuro, lo que la sitúa en una perspectiva dinámica y que hace que su continuidad sea condición de eficacia, aunque estudios puntuales puedan también ofrecer información relevante para los procesos de toma de decisiones. El segundo es que se incorporan en la definición *la sociedad y los beneficios sociales*, ampliado los tradicionales objetivos industriales y comerciales. Esto implica la utilidad de la prospectiva para proporcionar información que puede utilizarse en la formulación de políticas, la planificación y la toma de decisiones.

Toda acción humana de naturaleza intencional lleva implícita un cálculo que incluye el futuro, y en toda intervención política se integra una visión del futuro preferible. La aportación de los procesos de prospectiva se cifra en la incorporación de una metodología formal que permita diseñar el futuro basándose en el conocimiento de las propias posibilidades, la situación externa del desarrollo de las tecnologías (con especial referencia a la competencia industrial y científica), los mercados de referencia actuales y potenciales, el impacto en el comercio exterior, la aceptabilidad o demanda social y cultural, etc. Exploremos, pues, algunas de las virtudes que se le atribuyen.

En principio, la nueva concepción de los ejercicios de prospectiva se ha sintetizado en unas características constitutivas, a las que se denominaban las 5 C<sup>23</sup>: *comunicación, concentración en el largo plazo, coordinación, consenso y compromiso*.

Los ejercicios de prospectiva propician la *comunicación* entre todos los actores implicados en la construcción del futuro, es decir, ponen en contacto empresarios, científicos, políticos, expertos en prospectiva, periodistas y personal implicados en el futuro de la ciencia, la tecnología y la innovación, y facilita la comunicación entre ellos. Entre los actores, potencia la transferencia del conocimiento y el alineamiento de las expectativas tecnológicas. Pueden aparecer ciertas desconfianzas entre los mismos (sobre todo entre científicos e industriales), por ejemplo a la hora de desvelar «información sensible», lo que supone un riesgo para la coherencia de los ejercicios de prospectiva; sin embargo, las potenciales ganancias colectivas, aunque desigualmente distribuidas, deben señalarse.

La prospectiva se concentra en las expectativas tecnológicas y en las visiones a *largo plazo*, porque se demanda a los participantes que eviten concentrarse en los problemas a corto plazo; pero no debe olvidarse que en el contexto de coordinar las acciones de los actores de la innovación, pueden emerger tensiones, en la medida que se definan las posiciones de los actores (basados en sus intereses y sus propias visiones de futuros de-

seables), que si se radicalizan puede dificultar una coordinación satisfactoria para todos. Aunque la ambigüedad es un buen lubricante de las divergencias, se hace necesario buscar un equilibrio entre la coordinación y la explicitación del futuro.

La prospectiva, en este nuevo contexto, emerge como una herramienta importante para la *coordinación* de los actores, tanto públicos como privados (gobierno, industria, universidad, grupos públicos e intermediarios) que participan en el proceso de producción y utilización de conocimiento científico-técnico, dado que permite a los participantes coordinar sus actividades políticas y estrategias de I+D y ajustarlas, tras conocer las predicciones de sus competidores o de otros actores. Los ejercicios de prospectiva, al ser productores de información explícita sobre las expectativas de futuro y articuladores de las interacciones de los actores, pueden utilizarse para la gestión de la innovación y, en definitiva, para la coordinación de los sistemas nacionales de innovación. El establecimiento de la coordinación en las políticas públicas no está exenta de tensiones, ya que los responsables políticos prefieren limitar el uso de la prospectiva para reducir el compromiso que eso supone, pero paralelamente reconocen la importancia que la coordinación tiene para la legitimación de sus decisiones y para la integración de los diferentes actores en la construcción de un futuro deseable.

La prospectiva propicia el *consenso* necesario para el desarrollo de estrategias colectivas y para el diseño de nuevas políticas de ciencia y tecnología, dado que ayuda a los participantes a establecer acuerdos para la determinación de prioridades compartidas; sin embargo, en la medida en que esclarece las diferentes posibilidades de futuro, disminuye la incertidumbre y contribuye a constreñir a los responsables políticos, ya que se reduce su libertad de acción en la toma de decisiones.

La participación (o no) de los diferentes actores en los ejercicios de prospectiva tiene como consecuencia el *compromiso* y la inclusión (o exclusión) de éstos en los procesos de toma de decisiones; la implicación de los actores en este proceso genera un sentimiento de responsabilidad compartida que refuerza el compromiso para que las predicciones se conviertan en objetivos a realizar. Los actores participantes en el proceso intentan disminuir la ambigüedad surgida de los planes de acción basados en los ejercicios de prospectiva para garantizar su influencia. Los responsables políticos, por el contrario, intentan incrementarla con el objetivo de mantener su grado de libertad en la toma de decisiones y para reducir los compromisos que dificultarían posibles alianzas.

Hasta ahora hemos señalado cómo se caracteriza la generación de ejercicios de prospectiva, pero es importante considerar dónde y cómo

emergen. De esta manera debemos resaltar que la relación entre política y prospectiva se establece en dos niveles diferentes, aunque se puede hablar de una relación de realimentación. Por un lado, el desarrollo de la prospectiva depende de la infraestructura institucional y de la voluntad política en implantarla. Por otro, la información e interacción que generan los ejercicios de prospectiva resulta crucial en los procesos de toma de decisiones, ya que supone tanto legitimación como influencia en las políticas. Por consiguiente, la prospectiva como proceso puede tener una función importante en la planificación y toma de decisiones en las políticas y en la selección de prioridades de los programas de investigación y desarrollo, pero su desarrollo depende en gran medida de la voluntad y de los intereses de los responsables políticos y del contexto existente, ya que la puesta en marcha de un ejercicio de prospectiva no es necesaria sino contingente y depende en gran medida de los problemas planteados en ese momento en el entorno decisional.

### **3. La difusión internacional de la Prospectiva Tecnológica**

Ya se ha señalado que la puesta en marcha y desarrollo de actividades o ejercicios de identificación de las tendencias tecnológicas futuras, depende en gran medida de la voluntad y de los intereses de los responsables políticos y del contexto existente; el desarrollo de la prospectiva no es necesario, sino contingente y depende de qué problemas la prospectiva se pretende sea la solución o como pueda contribuir a ella. El desarrollo de la prospectiva exige actores intencionales (generalmente funcionarios gubernamentales y decisores públicos) que desarrollen la estrategia de unir la prospectiva a la solución de algunos problemas identificados. Por otro lado puede decirse que, si el momento de inclusión de la prospectiva en la agenda decisional depende de los actores, la forma y características que adopta la misma están constreñidas por el contexto institucional y los modos de organización de las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

Caracterizando brevemente el proceso puede decirse que éste comienza con una iniciativa del gobierno o de las autoridades para responder a cambios percibidos en el entorno de actuación, bien sean crisis generales (por ejemplo la crisis de competitividad, la falta de conexión de la investigación académica con la industria, etc.) o derivadas de los sesgos creados por políticas aplicadas anteriormente (corregir la excesiva orientación de las políticas públicas anteriores). La necesidad de adaptación en el esfuerzo público presiona no solamente en favor de la evaluación de resultados, sino en la mejor selección de las tecnologías y actividades a ser financiadas en

el futuro. Así pues, podremos predecir un marco favorable a la emergencia de la prospectiva, siempre que los decisores quieran afrontar la solución de problemas desde perspectivas nuevas y además se encuentren presionados por la creciente necesidad de seleccionar prioridades, o hagan un replanteamiento general de sus modalidades de intervención. Además, dado que la prospectiva es una práctica local extendida internacionalmente, puede decirse que es condición necesaria en su desarrollo que no emerjan otras formas instrumentales alternativas de la acción pública (o que la solución de esos problemas tome otra forma) que puedan competir con la prospectiva. En cuanto a la modalidad metodológica adoptada las opciones que se tomen dependerán de la estructura institucional, de las reglas del juego de la política pública en este campo. Las formas de desarrollar la solución se adaptarán al estilo<sup>24</sup> de política pública dominante, más asociado a la agregación o a la dirección, con mayor peso del instrumento de información o de los aspectos de interacción señalados anteriormente. Por último, hay que considerar los procesos de imitación de los decisores y los procesos de difusión internacional de las prácticas y políticas a través de agencias especializadas como la OCDE<sup>25</sup> o la Comisión Europea<sup>26</sup>.

La tendencia que se observa en este momento es de franca expansión en la utilización de la prospectiva y a continuación se describirán brevemente algunos ejemplos, tales como los casos de Estados Unidos, Japón, Francia, Alemania, Holanda y Reino Unido<sup>27</sup>.

Puede afirmarse que el país pionero en la producción de información sobre las tendencias de desarrollo tecnológico futuro para uso gubernamental fue **Estados Unidos**. En 1937, durante el gobierno de Roosevelt, se publica un informe titulado *Tendencias Tecnológicas y Política Nacional*<sup>28</sup>. Durante los años cincuenta, la RAND Corporation<sup>29</sup> y otras instituciones similares desarrollaron las herramientas básicas de la denominada previsión tecnológica (*Technology Forecasting*)<sup>30</sup>, en asociación con otras técnicas como la investigación operativa, el análisis de riesgos y el análisis coste-beneficio. A principios de los años sesenta, y como respuesta a la creciente preocupación social sobre los efectos medioambientales de algunas tecnologías, la administración Kennedy manifestó su compromiso para evaluar las repercusiones del conocimiento científico con el objetivo de prevenir los efectos adversos y destructivos que pudieran ocasionar<sup>31</sup>; el proceso abierto culminó con la creación, en octubre de 1972, de la *Office of Technology Assessment (OTA)*<sup>32</sup>. En Estados Unidos las actividades de análisis de las tendencias de futuro se han realizado en los diferentes departamentos gubernamentales y agencias (Defensa, Comercio, la NASA, etc.), pero desde principios de los noventa de forma continuada, en la *Office of Science and Technology Policy*, adscrita a la Casa Blanca y

en el *National Critical Technology Review Group* se ha venido trabajando en esta dirección; en 1991, el primer Panel Nacional de Tecnologías Críticas presentó una lista de las 22 tecnologías consideradas esenciales<sup>33</sup>. En marzo de 1995 se presentó el Tercer Informe Nacional de Tecnologías Críticas por encargo del Congreso y coordinado por la *Rand Corporation-Instituto de Tecnologías Críticas*. Además se realizan, por los grandes grupos de consultoría tecnológica americana, como Coopers & Lybrand o Ernst & Young, numerosos estudios prospectivos que son *forecasting* (previsión) más que *foresight* (prospectiva) propiamente dicho. También se menciona recientemente el trabajo de la Universidad George Washington sobre «Tecnologías Emergentes»<sup>34</sup>.

En **Japón** desde finales de los años cincuenta y principios de los sesenta departamentos gubernamentales, agencias e industrias comenzaron a preocuparse por el futuro en el contexto de la planificación industrial. Los Ministerios de Correos y Telecomunicaciones, de Transportes y de Educación realizaron sus propios ejercicios de prospectiva. En 1971 el Primer Ministro encargó al Consejo para la Ciencia y la Tecnología la creación de la *Science and Technology Agency* (STA)<sup>35</sup>, con la misión de proporcionar información a los diferentes ministerios para definir las prioridades de I+D, y de planificar y coordinar la actividad científico-tecnológica. En 1988 se creó el *National Institute of Science and Technology Policy* (NISTEP)<sup>36</sup> para reforzar las actividades de política científica que se realizaban dentro de la STA. Desde ese año se han venido realizando de forma periódica (cada cinco años) y continuada ejercicios de prospectiva, a través de encuestas Delphi a expertos para determinar sus opiniones sobre las nuevas tendencias y direcciones en el desarrollo del conocimiento y sus aplicaciones con claro interés industrial. En 1997 se publicó el informe correspondiente a la Sexta Encuesta de Previsión Tecnológica<sup>37</sup> Delphi. Ya se recoge el desarrollo de la colaboración internacional<sup>38</sup> llevada a cabo con Alemania (1992/93) y con Francia (1994/95), y además Japón ha empezado a incorporar la opinión pública para conocer los deseos de la población con vistas al futuro<sup>39</sup>.

En **Francia** a principios de los ochenta, tras la llegada de Mitterand a la Presidencia, se producen los primeros antecedentes directos de evaluación de tecnologías, con el proyecto de Ley para la creación de la *Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques* (OPECST)<sup>40</sup> aprobado en 1985, sin embargo allí existía una fuerte tradición local asociada a la planificación a medio plazo<sup>41</sup>. En este país se constata la existencia de dos procesos paralelos de avance en la prospectiva realizados desde el *Ministerio de Industria* y desde el *Ministerio de Enseñanza Superior e Investigación*. A finales de 1993 se inició en el pri-

mero un ejercicio de prospectiva con el objetivo de identificar las tecnologías claves para la industria francesa. Este ejercicio se centró en detectar las necesidades de la industria y la sociedad, más que en el avance de la ciencia y la tecnología o en la predicción propiamente dicha; como resultado del mismo se publicó en 1995 el informe *Las 100 tecnologías claves para la industria francesa para el 2000*<sup>42</sup>. En 1997 ADIT-Agence pour la Diffusion de l'Information Technologique<sup>43</sup> publicó un informe nuevo, *Anuario de las tecnologías clave*<sup>44</sup>. Paralelamente, en 1994, el Ministerio de Educación y el de Defensa encargaron a BETA (*Bureau d'Économie Théorique et Appliquée*), un grupo de investigación de la Universidad de Estrasburgo, la realización de un ejercicio de prospectiva en el que también colaboró la empresa SOFRES. En este ejercicio Delphi se seleccionaron un conjunto de tecnologías, y se contó con la colaboración de japoneses y alemanes. Los responsables franceses del mismo realizaron algunas críticas al método Delphi utilizado, y propusieron la inclusión en esta encuesta de una sección sobre estilos de vida y cultura y algunos cambios metodológicos, tales como la interpretación de los temas a los que se confieren mucha importancia, pero sobre los que hay poco consenso, la determinación de si las respuestas a los temas deben ser particulares o globales, etc., así como otras informaciones que pudieran facilitar la determinación de distintos escenarios y visiones de futuro<sup>45</sup>.

En **Alemania** el interés por la prospectiva no aparece hasta finales de la década de los ochenta, y éste adoptará también una forma dominada por los estudios Delphi. Algunas de las razones que explican este retraso son la propia Constitución alemana que reconoce la autonomía de la Ciencia, la estructura federal del país que supone la autonomía de los Länders para gestionar la educación superior y la investigación al margen de las directrices del gobierno central y la buena situación económica que disfrutaba el país durante esta época que no hacía necesaria la selección de prioridades ya que los recursos disponibles eran suficientes<sup>46</sup>. Pero las circunstancias cambiaron con la reunificación y el reto de integrar dos sistemas de investigación diferentes, con una crisis económica, la presión que el Partido Verde realizaba en el Parlamento y a la concienciación, cada vez mayor, de la sociedad alemana frente a los problemas y riesgos medioambientales que suponen la incorporación de algunos avances científicos y técnicos. También ejerció cierta influencia en el cambio de actitud de los políticos la importancia que se estaba dando a los ejercicios de prospectiva en otros países<sup>47</sup>. La consolidación de los ejercicios de prospectiva se inicia en 1992 cuando el *Ministerio Federal de Educación, Ciencia, Investigación y Tecnología* (BMFT) encarga al *Fraunhofer Institute für Systemtechnik und Innovationsforschung* (ISI-

FhG) la realización de un ejercicio de prospectiva *La Tecnología a principios del siglo XXI*. Este ejercicio se dividió en tres etapas que abordaban diferentes horizontes temporales<sup>48</sup>. La metodología aplicada en la primera etapa (con la visión a corto plazo de 5 años) fue el análisis de patentes para establecer la relación existente entre la productividad tecnológica y las cuotas de mercado. La segunda etapa (medio plazo, 10 años) optó por la aplicación de «árboles de relevancia», para identificar los problemas existentes, las necesidades futuras y las tecnologías que son capaces de solventarlas. En la última etapa (largo plazo, 20 ó 30 años) se recurrió a la encuesta Delphi, y su realización fue casi paralela a la 5ª encuesta Delphi japonesa (1990-1992). La publicación de los resultados de ambas encuestas en 1993 fue simultánea para evitar influencias mutuas. En este informe se recogen las dificultades encontradas a la hora de traducir la encuesta japonesa<sup>49</sup>, dificultades que llevaron a elaborar un proyecto llamado «Mini-Delphi» en el que se realizaron algunas modificaciones metodológicas, los temas se adaptaron a la situación alemana y, además, se reorganizan los criterios de evaluación. El segundo Delphi alemán se desarrolló en 1998<sup>50</sup>. Aunque no existe una evaluación del impacto en la toma de decisiones y en la asignación de recursos para la política científica y tecnológica parece que los ejercicios de prospectiva han tenido un impacto significativo en la sociedad alemana, ya que el Ministerio encargado de realizarlos, se ha preocupado en distribuir los resultados obtenidos entre las partes interesadas<sup>51</sup>.

**Holanda** presenta un caso interesante de uso de la prospectiva, en un contexto de gran influencia de las grandes empresas en el desarrollo de la I+D y de autonomía organizativa de la ciencia. Hay precedentes anteriores a partir de la década de los ochenta cuando algunos Consejos de Investigación, tales como los encargados de agricultura, investigación medio ambiental y salud llevaron a cabo varias actividades de prospectiva. En Holanda también hay una cierta división entre los Ministerios de Economía, que se ocupa de la coordinación de la Política Tecnológica, y el Ministerio de Educación, Cultura y Ciencia, que coordina la Política Científica. Los ejercicios llevados a cabo por estos dos ministerios resultan complementarios ya que mientras que Economía se centra en las posibilidades de que emerjan nuevas tecnologías dentro de la industria, el de Educación tiene como objetivo el desarrollo científico y social que debe reflejarse en un amplio contexto socio-político<sup>52</sup>. Es una característica muy singular del caso holandés la insistencia en que los ejercicios de prospectiva, además de identificar los nuevos desarrollos de ciencia y tecnología, relacionen éstos con las necesidades sociales<sup>53</sup>. De 1989 a 1994 el Ministerio de Economía realizó un ejercicio de prospectiva tecnológica para con-

seguir información destinada a la elaboración de políticas tecnológicas, en favor de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs). La metodología utilizada en este proceso fue la formulación de listas de tecnologías críticas, que una vez analizadas se facilitaban a las PYMEs para que pudieran comprobar sus oportunidades<sup>54</sup>. En 1997, este Ministerio ha iniciado un nuevo ejercicio de prospectiva centrado en su propia economía y al que ha denominado *Technology Radar* y que ha publicado recientemente un estudio<sup>55</sup>. En 1992 el Ministerio de Educación, Cultura y Ciencia nombró un Comité Directivo de Prospectiva que debía ocuparse de supervisar los procesos de prospectiva que se estaban llevando a cabo en Holanda y proporcionar a este Ministerio información para diseñar las políticas científicas. Los métodos adoptados por el Comité para desempeñar sus funciones fueron la definición de escenarios (llevada a cabo por el Grupo de Planificación de la empresa Shell), la constitución de grupos de trabajo que organizaban conferencias estratégicas y la formación de paneles de expertos (entre 5 y 10), que también incorporaron a los usuarios. El objetivo que guió la coordinación de los diferentes procesos de prospectiva fue la elección de las políticas científicas centradas en tres áreas: la educación y la formación del personal investigador para mantenerse en el ámbito internacional e incorporar rápidamente los desarrollos científicos; la identificación de las investigaciones que pueden contribuir a aumentar la innovación en determinados sectores; y, por último, indicar qué puede aportar la investigación a la comprensión de cuestiones sociales, como la sostenibilidad, el aumento de la población o el cambio de valores.<sup>56</sup> El Comité Directivo proporciona informes al Ministerio cada cuatro años y en el realizado en 1996, incluyó una síntesis general titulada *Un Sistema de Conocimiento Vital: La investigación holandesa con vistas al futuro*<sup>57</sup>.

Cuando se habla de prospectiva (*Foresight*) el **Reino Unido** se presenta como el caso paradigmático de los nuevos esfuerzos para convertir la prospectiva en un eje central de la política científica y tecnológica. La tradicional autonomía de la ciencia y de los Consejos de Investigación se quebró en el contexto de la liberalización económica y de la privatización, con la insistencia en la necesidad de orientar la investigación académica hacia la industria y la sociedad. Además una estrategia de la burocracia por recuperar el protagonismo perdido en la dirección del desarrollo tecnológico, tras los procesos de privatización, ayudó a que la prospectiva emergiese como la solución. El asunto de fondo seguía siendo la paradoja británica del desarrollo tecnológico, e influyó en los responsables políticos que vieron la necesidad de identificar áreas de investigación y tecnología con futuro. La andadura prospectiva se inició en 1992 con la creación de la *Office of Science and Technology* (OST)<sup>58</sup>, a partir del Ministerio de Edu-

cación y del Gabinete del Primer Ministro y que actualmente se encuentra en el Ministerio de Comercio e Industria, y cuya función era la de desarrollar y coordinar la política científica y tecnológica nacional e internacional del país. En 1993 se publicó el Libro Blanco «Realizando nuestro potencial» sobre las estrategias en ciencia, ingeniería y tecnología<sup>59</sup> en el que el gobierno anunció su intención de llevar a cabo un ejercicio de prospectiva. La responsabilidad de diseñar e implementar este programa recayó en la OST con el apoyo de diferentes ministerios, centros públicos y privados de investigación, así como otras organizaciones privadas e industrias. Los objetivos fundamentales del programa fueron: establecer redes entre científicos e industriales y proporcionar información a los responsables políticos para diseñar las políticas científicas y tecnológicas. Para conseguirlos era necesario identificar las áreas de investigación científica y tecnológica que se encontrarán en los próximos 10 ó 20 años en el mercado, además de aumentar la competitividad y propiciar un uso más eficaz de la ciencia básica. El programa constaba de tres fases, la de *Pre-foresight* desarrollada entre junio de 1993 y marzo de 1994, en la que se determinaron las áreas de ciencia y tecnología que iban a ser analizadas y se seleccionan los expertos que serían posteriormente involucrados en el proceso, utilizando el proceso de *co-nominación*<sup>60</sup>. La segunda fase, *Main Foresight phase* se llevó a cabo entre marzo de 1994 y marzo de 1995, y en ella se examinaron 15 áreas, que abarcaban 1.207 sectores, analizándose su posible evolución en un periodo comprendido entre 15 y 20 años. Del estudio de cada uno de los sectores se responsabilizó un panel de expertos (cuyo número oscilaba entre 15 y 20) que prepararon unos informes preliminares los cuales fueron utilizados para identificar los sectores y las líneas principales que se abordarían en el primer cuestionario utilizado en la primera ronda del Delphi. Esta encuesta era realizada por cada panel, que también contaban con el asesoramiento de PREST (*Policy Research in Science, Engineering and Technology*) de la Universidad de Manchester<sup>61</sup>. A la información proporcionada por los paneles se añadió la facilitada por los grupos de trabajo regionales. Con toda ésta información se inició una ronda de consultas para preparar los informes sectoriales conducentes al establecimiento de las prioridades de cada sector. A principios de 1995 se envió al gobierno un informe general<sup>62</sup> con las conclusiones y las prioridades establecidas; de especial interés es el estudio Delphi<sup>63</sup>. La tercera fase, la *Post-foresight*, consistió en la aplicación de los resultados y se inició con la divulgación de los mismos<sup>64</sup>. Actualmente están evaluando los resultados del desarrollo de este programa y se tiene previsto iniciar un nuevo programa en 1999.

Tras los países mencionados otros iniciaron el camino. Por ejemplo, **Italia** bajo la iniciativa de una fundación privada puso en marcha la ela-

boración de un informe de expertos sobre las prioridades nacionales<sup>65</sup>. **Austria** también ha desarrollado entre 1997-98 un estudio de prospectiva bastante innovador<sup>66</sup> encargado por el Gobierno al Instituto de Evaluación de Tecnología (ITA) de la Academia de Ciencias (OAW). También **Nueva Zelanda**<sup>67</sup> se ha implicado en un proyecto de Prospectiva que se dice explícitamente que guiará las inversiones del país en I+D en el año 2000. **Irlanda**<sup>68</sup> también ha entrado en la prospectiva tecnológica, lo mismo que **Hungría**<sup>69</sup>, que ha lanzado un Programa de Prospectiva Tecnológica al estilo británico.

#### **4. La emergencia de la Prospectiva Tecnológica en España**

En algunos países europeos la prospectiva se había incorporado al discurso de las políticas de ciencia y tecnología y había pasado a ser una herramienta para la coordinación de las políticas o un instrumento para el alineamiento de los actores del sistema de innovación. Sin embargo, en España la prospectiva no ha adquirido el mismo tipo de centralidad para las políticas de ciencia, tecnología e innovación y, de hecho, el uso de la prospectiva no se ha extendido, quedando reducido a un elemento relativamente marginal dentro de la planificación de las políticas de I+D. Sin embargo, esto no quiere decir que en España se haya ignorado la prospectiva, porque tanto ésta como la evaluación ejercieron una función importante en el discurso sobre la reforma del sistema español de I+D y sobre los procesos de elaboración de las primeras políticas de I+D. De hecho en el contexto de la definición del Plan Nacional de I+D, a partir de mediados de los ochenta, se les creó un espacio institucional singular (la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva - ANEP) en la organización burocrática de la administración pública. Lo que resulta paradójico es que a pesar de la temprana institucionalización la prospectiva no ha adquirido la importancia, para la planificación de políticas de ciencia, tecnología e innovación, que se la ha otorgado en otros países. Así ha quedado relegada a una mera fuente de información, que no se utiliza de forma frecuente, y que se ha llevado a cabo aislada del desarrollo principal y de la definición de las políticas de I+D.

##### *a) El contexto de las políticas de ciencia y tecnología*

Desde mediados de los años setenta eran reconocidas las deficiencias estructurales del sistema de innovación, sin embargo hubo que esperar a

que la democracia estuviera consolidada, y a que el PSOE llegase al gobierno, para que la situación de la investigación se incluyese en la agenda gubernamental<sup>70</sup> y se tomaran medidas al respecto. Cuando España se integró, en 1986, en la Comunidad Europea, también participaba de la llamada «paradoja europea», que supone el reconocimiento de un desequilibrio entre los niveles de investigación científica y las capacidades de innovación de las empresas. En nuestro país, los actores académicos experimentaron en esos años un importante aumento en sus actividades de I+D, sin embargo las empresas privadas estaban inmersas en grandes transformaciones fruto de la reconversión industrial y se mostraban poco interesadas en las actividades científico técnicas.

El impulso político para la definición de la política de ciencia y tecnología se culminó en abril de 1986 con la aprobación por el Parlamento de la *Ley para la Promoción y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica* (13/1986), más conocida como *Ley de la Ciencia*, donde se establecía un nuevo marco político-administrativo para la definición de la política científica y tecnológica.

La Ley de la Ciencia estableció el *Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico* como el instrumento básico para la promoción, coordinación y planificación de la investigación. Siendo el Plan Nacional de I+D un mecanismo de determinación de prioridades, la Ley señaló que uno de los criterios principales para la definición de objetivos científico-técnicos en las diferentes áreas y programas era «la identificación desarrollos tecnológicos futuros» (art. 4). Sin embargo no se estableció ningún procedimiento formal para dicha identificación, quedando bajo el criterio que los responsables políticos considerasen adecuado en cada momento.

La Ley de la Ciencia también creó la *Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología* (CICYT) integrada por representantes de diferentes Ministerios, especialmente de Industria y Energía y de Educación y Ciencia, para diseñar, ejecutar y promover el desarrollo de las actividades de I+D en los organismos públicos de investigación y en las universidades, así como incentivar a las empresas para que participen en esas actividades que eran definidas en el Plan Nacional.

### b) *Las bases institucionales de la prospectiva*

Los primeros pasos de la prospectiva —análisis y construcción de escenarios futuros— como proceso de producción de información para las decisiones, estructurados de modo informal, se sitúan en 1985, cuando se preparaba el borrador de la Ley de la Ciencia, y comenzaban a debatirse

los objetivos y líneas de investigación prioritarias para la elaboración del primer Plan Nacional de I+D<sup>71</sup>. En ese momento se plantearon procesos masivos de consulta, relativamente informales, con expertos e investigadores, la mayoría académicos, que sirvieron para esbozar las tendencias en algunos campos científicos técnicos, y que en algunos casos condujeron a informes. Curiosamente en otros campos sectoriales de la política de I+D, como fue el caso de la política de investigación agraria, se incluyeron la prospectiva y el análisis de las tendencias tecnológicas y de los mercados mundiales en la determinación de las prioridades de investigación para el Programa Sectorial de Investigaciones Agrarias.

En el desarrollo normativo de la Ley de la Ciencia, un decreto de 1987 estableció la «estructura administrativa y organizativa para apoyar la acción de la CICYT y su Comisión Permanente», que se materializó en la creación de dos unidades de apoyo: la *Secretaría General del Plan Nacional (SGPN)*, con el nivel de Dirección General y la *Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP)* con un nivel orgánico de Subdirección General.

Diez años después, resulta paradójico que a pesar de la institucionalización de la prospectiva en la organización burocrática del Estado, en la práctica, ni los ejercicios prospectivos promovidos han sido muchos ni, lo más importante, sus resultados han sido considerados en los procesos de elaboración y de toma de decisiones en las políticas. A las variables que puedan explicar este fracaso nos referiremos posteriormente, pero lo cierto es que en el desarrollo del proceso de institucionalización de la ANEP, en las misiones desarrolladas, el esfuerzo de la misma se decantó en favor de la evaluación y en detrimento de la prospectiva, ya que la mayor parte de la actividad se centró en organizar la infraestructura administrativa necesaria para la evaluación de las propuestas y los proyectos financiados por los programas nacionales de I+D<sup>72</sup>.

A finales de 1994 se creó dentro de la ANEP una *Unidad de Prospectiva (UP)* y, sobre todo a partir de 1995, se lanzaron diversos estudios sectoriales encargados a expertos. La UP propuso dos aproximaciones basadas en analizar los objetivos finalistas de las tecnologías y las bases científico-técnicas de las mismas. En un caso se analizaría el problema desde el mercado o el sector de aplicación, y se estudiarían determinadas tecnologías, su estado actual, tanto en España como en los países más avanzados, intentándose estimar su posible desarrollo en un horizonte aproximado de 5 años y determinar sobre qué sectores específicos podrán incidir con mas fuerza. Además otro análisis se centraría en la tecnología, estudiando ciertos sectores de aplicación de mercados, viendo qué tecnologías emplean en la actualidad y cuál era su cobertura e incidencia, con el objeto de determinar cual puede ser la

evolución en los próximos años y así poder prever qué tipo de tecnologías será necesario<sup>73</sup>.

También en 1994 la ANEP puso en marcha, aprovechando la evaluación de los proyectos presentados a los distintos Programas del Plan Nacional de I+D, un ejercicio de prospectiva al mismo tiempo que se remitían los proyectos a los correspondientes «pares» para que fueran evaluados; a éstos se les adjuntaba un breve cuestionario con preguntas referentes a la situación del proyecto a evaluar y el tema del mismo, con respecto al contexto internacional y sus posibles aplicaciones en otros campos diferentes. Se recibieron un total de 2.714 respuestas de las que se extrajeron algunas consecuencias relativas a la opinión de los investigadores con respecto a sus áreas de especialización y las líneas de futuro. Esta iniciativa no ha tenido continuidad. En todo caso, a pesar del monopolio institucional de la ANEP en esos años, hay que recordar que otros Ministerios también se pusieron en marcha actividades orientadas a producir información sobre el futuro y la tecnología<sup>74</sup>.

El balance general es claro, en la elaboración de las políticas públicas la consideración de los escenarios futuros se ha realizado en modo informal, y si se ha producido algún ejercicio prospectivo éste se ha llevado a cabo fundamentalmente a través de informes de expertos o la realización de seminarios<sup>75</sup>. Además la elevada institucionalización de la función de prospectiva, aunque realizada de forma temprana, no ha contribuido a la consolidación y desarrollo de esta actividad en España; por otro lado, nunca se ha planteado un proceso sistemático que responda a esta nueva consideración de la prospectiva como herramienta de coordinación del sistema de innovación.

La explicación de esta situación está, sin duda, tanto en variables de naturaleza general, como en procesos internos asociados al desarrollo de la propia actividad y de su localización institucional<sup>76</sup>. En cuanto a los aspectos de organización y potenciación de la actividad dentro de la ANEP nunca pareció alcanzarse un equilibrio entre las dos misiones encomendadas a la agencia: evaluación y prospectiva<sup>77</sup>, concentrándose la mayoría de la actividad y los recursos de la misma en las labores de evaluación de proyectos y propuestas de investigación. En el campo de los factores más generales, la situación se debe a condiciones específicas asociadas al contexto de la política española, entre las que pueden destacarse tres. Primero las condiciones en las que se desenvuelven los actores políticos y que no han hecho necesaria la utilización de la prospectiva como parte del proceso de legitimación. El entorno de la política de I+D en España ha estado caracterizado por un fuerte crecimiento de los fondos, lo que posibilitó que los responsables políticos compatibilizaran

la definición de prioridades para el Plan Nacional con el aumento de los «fondos no priorizados»; la legitimidad venía del aumento de los fondos y la selección de prioridades se encajó de forma normal en el proceso. La segunda característica se refiere al escaso activismo de los actores industriales en las actividades de I+D y a la dispersión de objetivos e intereses; esto se tradujo en un desinterés de las empresas, salvo excepciones, por involucrarse en la formulación de políticas de I+D, limitándose a la recepción de los recursos públicos, gracias a la generalidad de la definición de las prioridades. Por último, cuando la prospectiva fue finalmente institucionalizada en una organización formal para su desarrollo en el ámbito nacional, se situó en el Ministerio de Educación y Ciencia, separado del ámbito industrial, lo que no propiciaba la participación de los clientes del Ministerio de Industria; un análisis del futuro realizado exclusivamente por académicos no es suficiente, siendo necesaria la participación de políticos, empresarios, grupos públicos e intermediarios.

*c) Tendencias recientes*

Tras la victoria electoral del Partido Popular, la situación comenzó a cambiar. En el Real Decreto 1887/1996 de 2 de agosto, que estableció una nueva estructura orgánica del Ministerio de Educación y Cultura, se consolida la dependencia de la ANEP de la Secretaría de Estado de Universidades, Investigación y Desarrollo, aunque sigue teniendo a su cargo tanto la organización, con objetividad e independencia, de las tareas de evaluación científico-técnica de los equipos de investigación que participen en la ejecución de los programas del Plan Nacional, como el seguimiento de sus resultados. Así mismo, debía llevar a cabo los estudios y análisis prospectivos que en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico le fuesen encomendados por la Comisión Permanente de la CICYT y las actividades de evaluación que le encargase el Secretario de Estado.

Sin embargo, dos cambios van a afectar drásticamente el contexto de la política científica y tecnológica española en lo que se refiere a la prospectiva tecnológica y a modificar la condición de quasimonopolio de que la ANEP disfrutó y sus responsables no pudieron, o supieron, aprovechar para convertirse en el referente de la prospectiva en España.

A partir de 1997, un nuevo actor aparece con fuerza en este ámbito. El Ministerio de Industria y Energía desarrolla un proyecto, en colaboración con empresas y asociaciones, para determinar las demandas tecnológicas futuras y para elaborar el nuevo Programa de apoyo a la I+D

industrial (ATYCA). El Ministerio organizó el *Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI)*<sup>78</sup>, que consiste en una red de centros tecnológicos especializados, cuya función es apoyar las necesidades de I+D de las empresas, supervisar y prever las tendencias tecnológicas futuras y colaborar en la definición de prioridades en la I+D del Ministerio. En definitiva pretendía generar una base de información y conocimiento sobre las tendencias y previsiones de futuro acerca del impacto e influencia de la tecnología en la industria y en la competitividad y, además, servir de apoyo a la toma de decisiones de carácter estratégico, tanto por las empresas como por las administraciones, por medio del desarrollo de actividades de prospectiva y vigilancia tecnológica. Recientemente el OPTI ha publicado su *Primer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial: Futuro Tecnológico en el Horizonte de 2015*<sup>79</sup> que contiene los resultados de los primeros estudios de prospectiva en áreas tecnológicas consideradas críticas: agroalimentación, energía, medio ambiente industrial, química, sectores básicos y transformadores, sectores tradicionales, tecnologías de información y comunicación, y transporte.

Además, a principios de 1998 se produjeron nuevos cambios organizativos en el marco institucional de la ciencia y la tecnología. El Presidente del Gobierno preside ya la CICYT y ha desaparecido la SGPN (que proporcionaba el apoyo administrativo), siendo transferida la gestión del Plan Nacional de I+D al Ministerio de Educación y Cultura. Por Real Decreto 111/98 de 30 de enero de 1998 se definen las funciones de la nueva *Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT)*, que depende directamente de Presidencia de Gobierno, y cuyo objetivo es potenciar y coordinar las actividades de I+D que se realizan en los Ministerios, así como el análisis de las capacidades científicas y tecnológicas de España. Entre sus funciones está la elaboración y seguimiento del Plan Nacional de I+D, para lo que se requiere, entre otras medidas, «la aplicación y desarrollo de la prospectiva tecnológica» que se llevará a cabo directamente o a través de otros Ministerios. De hecho la OCYT encargó al IPTS del Centro Común de Investigación de la UE una revisión de los resultados de los ejercicios de prospectiva extranjeros en relación a algunas tecnologías concretas.<sup>80</sup>

Las tendencias a la disgregación, o a la multiplicación de iniciativas en la prospectiva y la selección de prioridades puede detectarse también en otros ámbitos de la I+D, tales como la investigación en salud. El Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS), dependiente del Instituto Carlos III del Ministerio de Sanidad y Consumo, también ha planteado la necesidad de definir prioridades<sup>81</sup> específicas en las áreas de investigación sanitaria, aunque aún no ha explicitado el recurso a la *prospectiva*.

Así pues, en esta nueva situación, tras un fuerte activismo en materia de política científica y tecnológica, han emergido al menos tres espacios organizativos en la administración central desde los que se plantea la posibilidad de promover actividades y ejercicios de prospectiva en el contexto de la definición de las prioridades de I+D. En un futuro, resolver los problemas de coordinación, reparto de competencias y autoridad política ha pasado a ser un elemento central para no abortar, por exceso de ebullición y descoordinación, el relanzamiento de las actividades de prospectiva en España.<sup>82</sup>

## **5. Nuevos retos y desafíos**

Dentro del contexto de la formulación de políticas, hemos visto que la función de la prospectiva no sólo ha sido la de proporcionar información sobre las expectativas del futuro para seleccionar prioridades, sino que en tanto que proceso socialmente organizado, promueve la interacción entre los actores de ciencia y tecnología, facilitando así la coordinación del sistema de innovación. En ambos casos la prospectiva genera una dinámica, donde las interpretaciones negociadas contribuyen a crear una relación generativa entre los autores.

Los nuevos modelos y teorías consideran la innovación como el resultado de un proceso colectivo, en el que las empresas son los jugadores principales. En un entorno donde existen varias opciones, la información y la interacción facilitada por la prospectiva se perfila como un elemento central de la «negociación sobre el futuro». La contribución de los ejercicios de prospectiva al proceso colectivo de aprendizaje de todos los actores, puede tener implicaciones normativas importantes respecto a la coordinación en el ámbito externo (que no es controlado completamente por actores individuales en el proceso de innovación), así como sobre las decisiones sobre qué capacidades internas cada uno de los actores debe promover.

La tensión entre las capacidades de los actores singulares (sobre todo las empresas) y lo que la colectividad prevé sobre el futuro que podría emerger del proceso de la prospectiva, pasará a condicionar los comportamientos adaptativos a los horizontes futuros y complejos producidos por los desarrollos tecnológicos.

La situación de la prospectiva en España ha resultado paradójica, a pesar de su temprana institucionalización, y quizá como resultado de diversos factores, como su localización y vinculación casi exclusiva al Ministerio de Educación, se ha caracterizado por un estancamiento y escaso impacto en la toma de decisiones. En los últimos años se observa un importante ac-

tivismo en este campo, que parece acompañarse de una aparente dispersión de las competencias o responsabilidades en la prospectiva.

Se abren pues oportunidades y desafíos para la prospectiva en el nuevo contexto de la política pública, pero no exentas de riesgo; riesgos tales como los que se derivan de entender la prospectiva como un simple proceso de producción de información y legitimación para las políticas públicas, perdiendo las oportunidades que la organización sistemática de un proceso de construcción de consenso sobre el futuro puede significar para la coordinación y alineamiento de los actores del sistema nacional de innovación. Además la incorporación a los procesos de prospectiva tecnológica no sólo de los actores industriales, empresariales y políticos, sino de actores representantes de la sociedad que puedan introducir las percepciones e inquietudes de los ciudadanos, también constituye un reto<sup>83</sup>.

## Agradecimientos

Una versión muy preliminar de este trabajo fue presentada en el VI Congreso Español de Sociología, A Coruña, 24 a 26 de septiembre de 1998, cuando F. Antón aún trabajaba en el CSIC-IESAM, como F. Antón, C. Cabello y L. Sanz Menéndez «La prospectiva tecnológica en el contexto de las políticas de ciencia, tecnología e innovación»; los autores agradecen los comentarios y críticas de los participantes en la sesión del grupo 19 *Tecnología y Sociedad*.

Se agradece también la financiación recibida de la Unión Europea, IV Programa Marco de I+D, Programa TSER: SOE1-CT96-1013 (*Advanced Science and Technology Policy Planning-ASTPP*) y SOE1-CT97-1056 (*Foresight as a tool for the Management of Knowledge Flows and Innovation-FORMAKIN*), así como la financiación de la CICYT, III Plan Nacional de I+D, SEC97-1641-CE y SEC-98-1539-CE.

## Notas

<sup>1</sup> Este argumento es ya lugar común de los trabajos de investigación y de los documentos y declaraciones políticas de los gobiernos y organismos internacionales. Véase por ejemplo: OECD (1991,a) o Comisión Europea (1993).

<sup>2</sup> Véanse, por ejemplo, SOLINGEN (1993), o los trabajos recopilados en SANZ MENÉNDEZ y SANTESMASES, eds. (1996).

<sup>3</sup> Para una revisión general de estas prácticas véanse, por ejemplo, Comisión Europea (Report by CAMERON, LOVERIDGE, *et al.*) (1996); IPTS (Report by GAVIGAN & CAHILL)

(1997); o IPTS (Report by FLEISSNER *et al.*) (1998). En castellano véase MARTÍN PEREDA (1996) o el reciente número monográfico de *The IPTS Report 38*, octubre 1999.

<sup>4</sup> Véase nuestro primer informe del proyecto FORMAKIN (1998), en BROWN *et al.* (1998).

<sup>5</sup> La crítica al modelo lineal de innovación y su sustitución por el «interactivo» puede verse formulada con claridad en KLINE y ROSENBERG (1986), y ha sido elaborada y profundizada en los trabajos de OCDE de años posteriores. Una formulación canónica de la conexión entre las nuevas ideas sobre los procesos de innovación y las políticas puede encontrarse en SOETE y AROUNDEL, eds. (1993).

<sup>6</sup> Algunos analistas de la innovación han señalado la centralidad del proceso de interacción entre usuarios y productores, tales como VON HIPPEL (1988) o LUNDVALL, ed. (1992).

<sup>7</sup> Para un completo análisis del tema véase SANZ MENÉNDEZ (1997).

<sup>8</sup> Véanse por ejemplo FREEMAN (1987), LUNDVALL, ed. (1992), NELSON, ed. (1993) o EDQUIST, ed. (1997).

<sup>9</sup> Véase el análisis y la caracterización de diversos países en el trabajo de ERGAS (1987).

<sup>10</sup> Véanse por ejemplo Comisión Europea (1995) y Comisión Europea (1997) sobre una estrategia basada en la innovación.

<sup>11</sup> Véase SMITS, LEYTEN Y DEN HERTOEG (1995).

<sup>12</sup> Véase OECD (1991,b).

<sup>13</sup> Véanse RIP (1990), RIP (1994) o CALLON, LAREDO y MUSTAR (1995).

<sup>14</sup> Véanse los trabajos originarios de IRVINE y MARTIN (1984) y MARTIN e IRVINE (1989).

<sup>15</sup> RIP y VAN DER MEULEN (1996).

<sup>16</sup> BRAUN (1993), GUSTON (1996) y VAN DER MEULEN (1998).

<sup>17</sup> Véase, por ejemplo, el *Handbook of Futures Research* (FOWLES, ed. 1978).

<sup>18</sup> Véase, por ejemplo, SANZ MENÉNDEZ, CABELLO y GARCÍA (2000).

<sup>19</sup> Véase sobre este asunto MARCH (1994).

<sup>20</sup> Véase los trabajos al respecto de FELDMAN y MARCH (1981) o FELDMANN (1989).

<sup>21</sup> Comparese, por ejemplo, el holandés FORESIGHT STEERING COMMITTEE (1996) con el británico LOVERIDGE, GEORGHIOU y NEDEVA (1995).

<sup>22</sup> MARTIN (1995): 140.

<sup>23</sup> Véanse también MARTIN (1996, a y b).

<sup>24</sup> Véase RICHARDSON (1982).

<sup>25</sup> La OCDE ha estado más concentrada en las políticas generales de ciencia y tecnología, y en las prioridades (OECD, 1991,b) pero también prestó su atención al análisis de la Prospectiva organizando una conferencia en 1994, —véase por ejemplo OECD (Report by B. MARTIN) (1994)— que se recoge en un número monográfico de *STI-Science, Technology and Industry* n° 17, correspondiente a 1996.

<sup>26</sup> La Comisión Europea, desde finales de los setenta, ha jugado un papel muy activo en promover y apoyar el desarrollo de los trabajos de investigación en política científica y tecnológica y sobre prospectiva en particular. En esos tiempos se puso en marcha el programa FAST (*Forecasting and Assessment in Science and Technology*) con el objetivo de proporcionar información a largo plazo sobre los problemas tecnológicos y escenarios que podrían plantearse. También hay que señalar la institucionalización del *technology assessment*, en el seno del Parlamento Europeo con la creación de la STOA (*Scientific and Technical Option Assessment*). En 1988 la Comisión Europea puso en marcha el programa Monitor, en el que se incluían además del programa FAST, los programas SAST (*Strategic*

*Analysis of Science and Technology*) y SPEAR (*Activities in Support of the Evaluation of R&D Programmes*), que tendría como objetivo desarrollar métodos para identificar las nuevas direcciones y prioridades de la investigación científico-técnica en la elaboración de las políticas de ciencia y tecnología. En 1993, se creó el IPTS (*Institute for Prospective Technological Studies*) con sede en Sevilla que incorporó los trabajos de prospectiva que se venían realizando desde 1989 en el Centro de Común de Investigación de Ispra. También conviene recordar la existencia de la «célula de Prospectiva» en la estructura orgánica del Presidente de la Comisión Europea en los tiempos de J. Delors. Además en los últimos años se ha continuado con programas de apoyo a la I+D como TSER (*Targeted Socio-Economic Research*) del IV Programa Marco de I+D, que ha financiado proyectos de naturaleza metodológica como la red *Advanced Science & Technology Policy Planning* (ASTPP) (véase KUHLMAN et al. (1999) de la que forma parte el CSIC-IESA Madrid, o la iniciativa ETAN (*European Technology Assessment Network*). Todo ello sin hablar de iniciativas políticas más recientes que incluyen contenidos prospectivos como el *White Paper «Growth, Competitiveness, Employment: the Challenges and Ways Forward into the 21st. Century»* (Comisión Europea, 1993) o el *Green Paper on Innovation* (Comisión Europea, 1995).

<sup>27</sup> En esta presentación no se ha entrado en los aspectos metodológicos asociados a la prospectiva, que pueden abordarse en las revisiones incluidas en Comisión Europea (Report by CAMERON, LOVERIDGE, et al.) (1996); IPTS (REPORT BY GAVIGAN & CAHILL) (1997); o IPTS (Report by FLEISSNER et al.) (1998). Alternativamente en trabajos como FISCHER y PRY (1975), LIU y SHYU (1997), MARTINO (1993), VAN RAAN (1993), etc.

<sup>28</sup> *Technological Trends and National Policy*; sobre este tema véase INOUYE y SÜSSKIND (1977).

<sup>29</sup> GORDON y HELMER (1964).

<sup>30</sup> LUUKKONEN (1996).

<sup>31</sup> CARPENTER (1972).

<sup>32</sup> Véanse, por ejemplo BIMBER (1996) o JANES (1996).

<sup>33</sup> Ver US-OST (1995).

<sup>34</sup> Véase MARTIN (1995).

<sup>35</sup> *Agencia de Ciencia y Tecnología*.

<sup>36</sup> *Instituto Nacional de Políticas de Ciencia y Tecnología*.

<sup>37</sup> NISTEP (1997).

<sup>38</sup> Véase BREINNER, CUHLS y GRUPP (1994).

<sup>39</sup> KUWAHARA (1996).

<sup>40</sup> *Oficina Parlamentaria de Evaluación de las Opciones Científicas y Tecnológicas*. Sobre el tema véase, por ejemplo, Smits (1986).

<sup>41</sup> Véase, por ejemplo, GODET (1985) o GODET (1993).

<sup>42</sup> Ministère de l'Industrie (1995).

<sup>43</sup> *Agencia para la Difusión de Información Tecnológica*.

<sup>44</sup> ADIT (1997).

<sup>45</sup> Véase DE LAAT (1998) y QUÉVREUX y HÉRAUD (1996).

<sup>46</sup> Véase MARTIN (1995).

<sup>47</sup> Esa es la opinión de KASTRINOS (1996).

<sup>48</sup> Véase GRUPP (1996).

<sup>49</sup> Véase el trabajo de CUHLS y KUWAHARA (1994).

<sup>50</sup> FhG-ISI (1998).

<sup>51</sup> Véase CUHLS, UHLHORN y GRUPP (1997).

<sup>52</sup> VAN DIJK, VAN ESCH e HILDERS (1996).

- <sup>53</sup> VAN DER MEULEN (1996).
- <sup>54</sup> VAN DIJK, VAN ESCH e HILDERS (1996).
- <sup>55</sup> RAND Europe and Coopers & Lybrand (1998).
- <sup>56</sup> Véase VAN DER MEULEN (1996).
- <sup>57</sup> Foresight Steering Committee (1996) *A Vital Knowledge System. Dutch research with a view to the future.*
- <sup>58</sup> *Oficina de Ciencia y Tecnología.*
- <sup>59</sup> *Realising our Potential- a Strategy for Science, Engineering and Technology.*
- <sup>60</sup> NEDEVA, GEORGHIOU, LOVERIDGE y CAMERON (1996).
- <sup>61</sup> ANDERSON (1994).
- <sup>62</sup> UK-OST (1995) y POST (1997).
- <sup>63</sup> LOVERIDGE, GEORGHIOU y NEDEVA (1995).
- <sup>64</sup> Véase WALSHE (1996) o GEORGHIOU (1996).
- <sup>65</sup> Fondazione Rosselli (ROVEDA & VIALE, eds) (1996).
- <sup>66</sup> ITW(1998).
- <sup>67</sup> Los interesados tienen información en <http://www.morst.govt.nz/foresight/front.html>.
- <sup>68</sup> Para información véase <http://www.forfas.ir/foresight/>.
- <sup>69</sup> Véase los primeros informes de los trabajos en <http://www.omfb.hu>.
- <sup>70</sup> Véase SANZ MENÉNDEZ (1997) o SANZ MENÉNDEZ (1995,a).
- <sup>71</sup> Bien es verdad que pueden encontrarse precedentes en el desarrollo de actividades de prospectiva tecnológica, como por ejemplo las incluidas implícitamente en el denominado proyecto MODELTEC (PAVÓN y GOODMAN, 1982), a finales de los setenta, amparado por el Banco Mundial.
- <sup>72</sup> Sobre las dificultades de la ANEP de combinar ambas funciones véase SANZ MENÉNDEZ (1995, b).
- <sup>73</sup> PRESMANES (1998).
- <sup>74</sup> Véanse, por ejemplo, SÁNCHEZ (1991), SÁNCHEZ (1992, a), SÁNCHEZ (1992, b).
- <sup>75</sup> En PRESMANES (1998) se encuentra una lista, muy parcial, de trabajos que pueden ser considerados prospectiva.
- <sup>76</sup> Véase SANZ MENÉNDEZ, CABELLO y GARCÍA (2000).
- <sup>77</sup> SANZ MENÉNDEZ (1995, b).
- <sup>78</sup> Las actividades están presentadas en el <http://www.opti.org>.
- <sup>79</sup> Véase OPTI (1999).
- <sup>80</sup> Véase el contenido en IPTS (Report by FLEISSNER et al.) (1998).
- <sup>81</sup> Véase Instituto de Salud Carlos III (1999).
- <sup>82</sup> La coordinación resulta pues imprescindible, especialmente porque también emergen iniciativas regionales en este campo, como por ejemplo el Programa de Prospectiva del País Vasco y los Planes Estratégicos de Tecnología (RIS-RITTS) que apoyados por la Comisión Europea han puesto en marcha algunas regiones y entre sus recomendaciones está la prospectiva tecnológica.
- <sup>83</sup> Véase sobre estas preocupaciones LÓPEZ CEREZO, MÉNDEZ y TODT (1998).

## Referencias citadas

ADIT(1997). *L'Annuaire des technologies clés*. Paris: Ministère d' Economie, Finance et de l'Industrie.

- ANDERSON, J. (1994). «Foresight analysis in research funding agencies: A UK experiment» en *Higher Education*, n.º 28.
- BIMBER, B. (1996). *The politics of expertise in Congress*. Stony Brooks: State University of New York Press.
- BRAUN, D. (1993). «Who Governs Intermediary Agencies? Principal-Agent relations in Research Policy-Making», *Journal of Public Policy*, vol 13, n.º 2, pp.135-182.
- BREINER, S; CUHLS, K y GRUPP, H (1994). «Technology foresight using a Delphi approach: a Japanese and German co-operation» en *R&D Management*, n.º 24 (2).
- BROWN, N. et al. (1998). *Organising the Present's Futures* en <http://www.iesam.csic.es/proyecto/pr-form.htm>
- CALLON, M; LAREDO, PH. y MUSTAR, PH. (1995). «Introduction générale» en Callon, M; Laredo Ph y Mustar, Ph, eds (1995). *La gestión estratégica de la recherche et de la technologie. L'évaluation des programmes*. Paris: Economica, pp. 9-24.
- CARPENTIER, R. A., (1972). «Technology Assessment and the Congress» en Kasper, R.G. (ed.) *Technology Assessment - Understanding the Social Consequences of Technological Applications*. New York: Praeger Publishers.
- COMISIÓN EUROPEA (1993). *White Paper «Growth, Competitiveness, Employment: the Challenges and Ways Forward into the 21<sup>st</sup>. Century*. Luxemburg: EC.
- COMISIÓN EUROPEA (1995). *Green paper on innovation*. Luxemburg: EC.
- COMISIÓN EUROPEA (1997). *Primer Plan de Acción para la innovación en Europa*. Luxemburgo: CE.
- COMISIÓN EUROPEA (Report by H. CAMERON, D. LOVERIDGE, et al.) (1996). *Technology Foresight: Perspectives for European and International Co-operation*. Brussels-Manchester: EC/DGXII-PREST.
- CUHLS K. y KUWAHARA, T. (1994). *Outlook for Japanese and German Future Technology. Comparing Technology Forecast Surveys*. Physica-Verlag.
- CUHLS, K.; UHLHORN, C. y GRUPP, H. (1997). «Foresight in Science and technology-future challenges of the German S&T system» en Krull W. y F. Meyer-Krahmer, ed. (1997). *Science and Technology in Germany*. The Cartermill guides.
- DE LAAT, B. (1998). «Preparing for Technology Foresight - The Prospective Profile of a National Agency» en García C.E., y Sanz-Menéndez, L, eds (1998). *Management and Technology*. Brussels: European Commission-COST.
- EDQUIST, CH., ed. (1997). *Systems of innovation*. Londres: Pinter.
- ERGAS, H. (1987). «Does technology policy matter?», en Guile, B.R. y Brooks, H., eds. (1987). *Technology and global industry*. Washington: National Academy Press, pp. 191-245.
- FELDMAN M. S. y MARCH, J. G. (1981). «Information in Organisations as Signal and Symbol» en *Administrative Science Quarterly* vol 26, pp. 171-186.
- FELDMAN. M. S. (1989). *Order without design*. Stanford: Stanford University Press.
- FhG-ISI (1998). *Delphi 1988- Zukunft nachgefragt*. Karlsruhe-Bonn: BMFT.
- FISCHER, J. C. y PRY, R. H. (1975). «A simple substitution model of technological change» en *Tech. For. & Soc. Ch.* n.º 3.
- FONDAZIONE ROSSELLI (C. Roveda & R. Viale eds) (1996). *La priorita nazionali della ricerca industriale. Primo rapporto*. Milano: Franco Angeli.
- FORESIGHT-STEERING COMMITTEE (1996). *A Vital Knowledge System. Dutch research with a view to the future*. Amsterdam: FSC.
- FORMAKIN (1998). *Foresight as a Tool for the Management of Knowledge Flows and Innovation*. Información sobre el proyecto en <http://www.iesam.csic.es/proyecto/>

- FOWLES, J. ed. (1978). *Handbook of Futures Research*. Westport (Co). Greenwood Press, 822 pp.
- FREEMAN, CH. (1987). *Technology Policy and Economic Performance*. Londres: Pinter.
- GEORGHIOU, L. (1996). «The UK Technology Foresight in Europe: Results and Perspectives foresight programme» en *Futures*, vol.28, n.º 4.
- GODET M. (1985). *Propective et planification strategique*. Paris: Economica.
- GODET, M.(1993). *From anticipation to action - A handbook of strategic prospective*. París. UNESCO.
- GORDON, T .J. y HELMER, O. (1964). *Report on Long Term Forecasting Study Report P-2982*, the RAND Corporation, Santa Monica, CA.
- GRUPP, H. (1996). «Foresight in Science and Technology: selected Methodologies and recent activities in Germany» en *Science Technology Industry*, nº 17.
- GUSTON, D. H.(1996). «Principal-agent theory and the structure of science policy», en *Science and Public Policy* vol. 23, n.º 4, August, pp.229-240.
- INOUYE A. y SÜSSIKIND C. (1977). «Technological Trends and National Policy» 1937: The First Modern Technology Assessment» en *Technology and Culture*, vol. 18, Nº 4, pp 593-621.
- INSTITUTO DE SALUD CARLOS III (1999). *La priorización de la investigación biomédica*. Madrid: ISCIII.
- IPTS (Report by Fleissner, P. et al.) (1998). *Recent National Foresight Studies. A Review*. Seville: EC-JRC.
- IPTS (Report by Gavigan, J.G.& E. Cahill) (1997). *Overview of Recent European and non-European National Technology Foresight Studies*. Seville: EC-JRC.
- IRVINE, J. y MARTIN, B. R. (1984). *Foresight in Science: Picking the Winners*. London: Pinter Publishers.
- ITW (1998). *Technologie Delphi*. Vienna ITW-OAW.
- JANES, M. C. (1996). «A review of the development of Technology Assessment» en *International Journal of Technology Management*, vol. 11, n.º 5/6, pp.507-522.
- KASTRINOS, N. (1996). «Technology Assessment: a concept for Europe?» en *International Journal of Technology Management*, vol. 11, n.º 5/6, pp. 523-538.
- KLINE S. J. y ROSENBERG, N. (1986). «An overview of innovation», en Landau, R. y Rosenberg, N., eds. (1986). *The Positive Sum Strategy*. Washington: National Academy Press, pp. 275-306.
- KUHLMAN, S. et al. (1999) *Improving Distributed Intelligence in Complex Innovation Systems*. Final Report of STPP Networks, 1999.
- KUWAHARA, T. (1996). «Technology Foresight in Japan: a new approach in methodology and analysis» en *Science Technology Industry*, n.º 17.
- LIU, S. J. y SHYU, J. (1997) «Strategic planning for technology development with patent analysis» en *International Technology Management*, Vol. 13, n.º 5/6.
- LÓPEZ CEREZO, J. A., MÉNDEZ, J. A. y TODT, O (1998). «Participación pública en política tecnológica: problemas y perspectivas», en *Arbor CLIX*, 627, marzo, pp. 279-308.
- LOVERIDGE, D; L. GEORGHIOU y NEDEVA, M. (1995). *United Kingdom Technology Foresight Programme. Delphi Survey*. London: HMSO.
- LUNDVALL, B. A., ed. (1992). *National systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- LUUKKONEN, T. (1996). «Technology Foresight in European context» en *4<sup>th</sup> Workshop of the Advanced Science & Technology Policy Planning Network*». TSER. December 16, 1996. Strasburg: Council of Europe.

- MARCH, J. G. (1994). *A primer on decision making: How decisions happen*. New York: Free Press.
- MARTIN, B. (1995). «Foresight in Science and Technology» en *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 7, n.º 2, pp. 139-178.
- MARTIN, B. (1996,a). «Technology Foresight: a review of recent government exercises» en *Science Technology Industry*. París OCDE. 1996.
- MARTIN, B. (1996,b). «Technology foresight: capturing the benefits from science-related technologies» en *Research Evaluation*, vol. 6, n.º 2, August, pp. 158-168.
- MARTIN B. R. e IRVINE, J. (1989). *Research foresight: Priority-Setting in Science*. London-New York: Pinter Publishers.
- MARTÍN PEREDA, J. A. (1996). *Prospectiva Tecnológica: una introducción a su metodología y a su aplicación en distintos países*. Madrid: Fundación Cotec.
- MARTINO, J. P. (1993). *Technological Forecasting for Decision Making*. McGraw-Hill, Inc. New York.
- MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE (1995). *Les 100 technologies clés pour l'industrie française*. Paris: Ministère de l'Industrie, 303 pp.
- NEDEVA, M; GEORGHIOU, L.; LOVERIDGE, D. Y CAMERON, H. (1996). «The use of co-nomination to identify expert participants for Technology Foresight» en *R&D Management*, n.º 26 (2).
- NELSON, R. R., ed. (1993). *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- NISTEP (1997). *The Sixth Technology Forecast Survey. Future Technology in Japan Toward The Year 2025*, NISTEP-STA, June 1997, NISTEP Report n.º 52.
- OECD (1991, a). *Technology in a changing world*. Paris: OECD.
- OECD (1991, b). *Choosing Priorities in Science and Technology*. Paris: OECD
- OECD (Report by B. Martin) (1994). «Technology Foresight: A Review of recent government exercises», en *STI Review*, n.º 17, 1996 on «Government Technology Foresight Exercises», pp.15-50.
- OPTI (1999). *Primer Informe de Prospectiva tecnológica Industrial. Futuro Tecnológico en el horizonte del 2015*. Madrid: MINER-OPTI
- PAVÓN, J. Y GOODMAN, R. A. (1982). *Proyecto MODELTEC. La planificación del desarrollo tecnológico. El caso español*. Madrid: CDTI.
- POST-PARLIAMENTARY OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (1997). *Science shaping the Future. Technology Foresight and its impacts*. Londres: UK Parliament.
- PRESMANES, B. (1998). «Las previsiones tecnológicas en la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva» en *Tecnología y Sociedad en el Nuevo Siglo-Segundo Foro sobre Tendencias Sociales*. Madrid: Ed. Sistema, pp. 635-668, presentados como Presmanes, B. «Las previsiones tecnológicas en la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP)» en el *Segundo Foro sobre Tendencias Sociales*. UNED-Madrid 22, 23 y 24 de octubre de 1997.
- QUÉVREUX, A. Y HÉRAUD, J. A. (1996). «Technological Dynamics for the Year 2010 in France (The Delphi Survey Approach)» en *STI. Science Technology Industry*, n.º 17, pp. 101-121.
- RAND EUROPE Y COOPERS & LYBRAND (1998). *Technology radar*. The Hague: Ministry of Economics Affairs.
- RICHARDSON, J. (1982). «Convergent policy styles in Europe?», en Richardson, J, eds. (1982). *Policy styles in Western Europe*. Londres: Allen & Unwin.
- RIP, A. (1990). «Implementation and evaluation of science and technology priorities and programs», in S. E. Cozzens, P. Healey, A. Rip & J. Ziman eds. (1990). *The Research System in Transition*. Dordrecht: Kluwer, pp. 263-280.

- RIP, A. (1994). «The republic of science in the 1990s», en *Higher Education*, vol. 28, pp.3-23.
- RIP, A. Y VAN DER MEULEN, B. (1996). «The post-modern research system», en *Science and Public Policy* vol 23, nº 6, Diciembre, pp. 343-352. [»El sistema de investigación post-moderno» en *Redes*, vol. 3., nº 6, Mayo, 1996, p 13-31.]
- SÁNCHEZ, P. (1991). *La demanda de tecnología en España en la década de los 90*. Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda.
- SÁNCHEZ, P. (1992,a). «Contenido tecnológico de los sectores industriales españoles: un intento de prospectiva tecnológica», en *ALFOZ*, 94-95, pp. 79-94.
- SÁNCHEZ, P. (1992,b). «Contenido tecnológico de los sectores industriales españoles: un intento de prospectiva tecnológica», en *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, n.º 23, pp.10-83.
- SANZ MENÉNDEZ, L. (1995,a). «Policy choices, institutional constraints and policy learning: The Spanish Science and Technology policy in the eighties», in *Int. J. of Technology Management*, Special Issue on the Evaluation of Research and Innovation, vol. 10, nos 4/5/6, pp. 622-641.
- SANZ MENÉNDEZ, L. (1995,b). «Research actors and the state: research evaluation and evaluation of science and technology policies in Spain» en *Research Evaluation*, vol. 5, n.º 1, abril, pp. 79-88.
- SANZ MENÉNDEZ (1997). *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997*. Madrid: Alianza Universidad, 428 pp.
- SANZ MENÉNDEZ, L.; CABELLO, C. Y GARCÍA, C. E. (2000). «Understanding Technology Foresight: the relevance of its S&T Policy context» en *Int. J. of Technology Management* (en prensa).
- SANZ MENÉNDEZ, L Y SANTESMASES, M. J, eds. (1996). «Ciencia y Estado», número especial de *Zona Abierta* 75/76.
- SMITS, R. (1986). «Aspects of the integration of Science and Technology in French Society» en *TA - an Opportunity for Europe*, vol. 2. Dutch Government Printing Office. La Haya.
- SMITS, R., LEYTEN, J. Y DEN HERTOOG, P. (1995). «Technology assessment and technology policy in Europe: New concepts, new goals, new infrastructures», en *Policy Sciences*, vol. 28, pp 271-299.
- SOETE, L. Y ARUNDEL, A., eds. (1993). *An integrated approach to European Innovation and Technology Diffusion Policy*. Brusseles-Luxemburg: CEC.
- SOLINGEN, E. (1993). «Between Markets and the State. Scientists in Comparative Perspective», en *Comparative Politics*, vol. 26, n.º 1, pp. 31-51 [»Entre el mercado y el Estado: los científicos desde una perspectiva comparada», en *Zona Abierta* 75/76, 1996, pp. 21-56].
- UK OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (1995). *Technology Foresight, Progress through Partnership*, London: HMSO-DTI, 14 vols.
- US-OST (1995). *Critical-Technologies. National Critical Technologies Report*. Washington D.C., Office of Science and Technology & National Critical Technologies Review Group.
- VAN DER MEULEN, B. (1996). «Heterogeneity and co-ordination: the experience of the Dutch Foresight steering Committee» en *Science Technology Industry*, n.º 17, pp.161-175.
- VAN DER MEULEN, B (1998). «Science policies as principal-agent games. Institutionalization and path dependency in the relation between government and science», en *Research Policy*, vol 27, pp. 397-414.

- VAN DIJK, A., VAN ESCH, R. Y HILDERS, M. (1996). «Technology Foresight Studies in the Netherlands» en *STI. Science, Technology & Industry*, n.º 17, pp.149-160.
- VAN RAAN, A. F. J.(1993). «Bibliometric Indicators as Research Performance Evaluation Tools». CWTS-Report 93-05, Leiden.
- VON HIPPEL, E. (1988). *The Sources of Innovation*. New York-Oxford: Oxford University Press.
- WALSHE, G. (1996). «Technology Foresight in the United Kingdom» en *STI.Science, Technology Industry*, n.º17, pp.177-190.