

ÁREAS CLAVE PARA DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL: UNA VISIÓN DESDE LA ACTIVIDAD PROSPECTIVA INTERNACIONAL

Víctor Amadeo Bañuls Silvera*

José Luis Salmerón Silvera**

Fecha de recepción: 23 de octubre de 2007. Fecha de aceptación: 27 de febrero de 2008.

Resumen

En el presente trabajo se sitúa la prospectiva tecnológica en el marco del desarrollo económico y social. Ello se fundamenta en la investigación de aspectos clave en el proceso prospectivo como su ámbito y valor estratégico. Una vez establecido el marco de estudio se observa la actividad prospectiva internacional con la técnica denominada análisis de contenido. Concretamente se examinan más de una veintena de actividades prospectivas a lo largo de los cinco continentes. Este estudio tiene como finalidad la plasmación de las prioridades tecnológicas en el ámbito internacional, identificando áreas tecnológicas clave transversales en un contexto global. Dicha aproximación a las áreas clave para el desarrollo económico y social supone una novedad en la literatura.

Palabras clave: prospectiva tecnológica, actividad prospectiva internacional, análisis de contenido, desarrollo económico y social, prioridades tecnológicas, áreas clave para el desarrollo.



* Profesor en Administración y Dirección de Empresas de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, España. Correo electrónico: vabansil@upo.es.

** Profesor titular en la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, España. Correo electrónico: salmeron@upo.es.

Summary

This study situates prospective technology within the framework of economic and social development. This is based on an investigation into the key aspects of the prospective process, such as its environmental and strategic value. Once the framework for the study was established, prospective international activity was seen from the viewpoint of a technique-denominated content analysis. Concretely, more than twenty prospective activities are examined in five continents. The study aims at capturing the technological priorities in the international arena, by identifying key transverse technological areas in a global context. This proximity to the key areas for economic and social development is assumed to be something new in the literature.

Key words: prospective technology, prospective international activity, content analysis, economic and social development, technological priorities.

Résumé

Dans ce travail, la prospection technologique est placée dans le cadre du développement économique et social. Ceci dans le but de chercher des aspects clés dans le processus prospectif tels que son domaine et sa valeur stratégique. Une fois établi le cadre d'étude, l'activité prospective internationale est observée au moyen de la technique dénommée analyse de contenu. Concrètement, plus d'une vingtaine d'activités prospectives sont examinées à travers les cinq continents. Cette étude a pour fin d'établir les priorités technologiques sur le plan international, en identifiant des domaines technologiques clés transversaux dans un contexte mondial. Cette approche des domaines clés pour le développement économique et social représente une innovation dans la littérature.

Mots clés: prospection technologique, activité prospective internationale, analyse de contenu, développement économique et social, priorités technologiques.

Resumo

No presente trabalho se situa a prospectiva tecnológica no marco do desenvolvimento econômico e social. Isso se fundamenta na investigação de aspectos chave no processo prospectivo como seu âmbito e valor estratégico. Uma vez estabelecido o marco de estudo se observa a atividade prospectiva internacional com a técnica denominada análise de conteúdo. Concretamente se examinam mais de uma vintena de atividades prospectivas ao longo dos cinco continentes. Este estudo tem como finalidade a plasmação das prioridades tecnológicas no âmbito internacional, identificando áreas tecnológicas chave transversais num contexto global. Tal aproximação às áreas chave para o desenvolvimento econômico e social supõe uma novidade na literatura.

Palavras-chave: prospectiva tecnológica, atividade prospectiva internacional, análise de conteúdo, desenvolvimento econômico e social, prioridades tecnológicas.

Introducción

El impacto de los avances tecnológicos en el desarrollo económico de las naciones es un hecho generalmente reconocido. Ello se ha puesto en evidencia aún más en los últimos años (Martin y Johnson, 1999; Gavigan, 2001; Havas, 2003) como resultado de aspectos como:

- La intensificación de la competitividad global.
- La internacionalización de la dinámica de la innovación.
- Las nuevas responsabilidades adquiridas por los gobiernos.
- El nacimiento de nuevos tipos de *clusters* sociales.
- El dinamismo del entorno tecnológico.
- El papel adoptado por los sectores basados en el conocimiento y los servicios.

En este nuevo entorno, los actores de los sistemas de innovación nacional tienen que gestionar la incertidumbre para la determinación de las prioridades en inversiones en ciencia, tecnología y desarrollo empresarial. Una de las respuestas de los gobiernos para resolver esta inquietud ha sido la implantación de la prospectiva tecnológica¹ como herramienta para la ciencia y la tecnología, con la promesa de facilitar la toma de decisiones y con ello dar prioridad a políticas tecnológicas y científicas (Van der Meuler *et al.*, 2003; Keenan, 2003).

La relevancia del ámbito de estudio se pone en evidencia en la multitud de trabajos prospectivos realizados en el escenario internacional en los últimos años (OCDE, 1996, Gavigan y Scapolo, 1999; Rodríguez *et al.*, 2000, Salmerón y Bañuls, 2005). Pese a esta ferviente actividad prospectiva internacional, existe una gran falta de trabajos académicos que aborden aspectos conceptuales, metodológicos y de impacto en las políticas nacionales de desarrollo. Así, los autores pretenden dar una visión genérica del papel de la prospectiva tecnológica en el desarrollo económico y social mediante el análisis de aspectos como su ámbito, valor estratégico y proceso. Además de ello, se estudia la actividad prospectiva internacional por medio de técnicas de análisis de contenido con la finalidad de identificar las áreas clave en el desarrollo económico y social en el mundo. En último término, se profundiza en los resultados derivados de las etapas anteriores, así como tendencias y retos a los que está sujeta esta disciplina.

¹ Algunos autores la denominan simplemente *prospectiva*. En este trabajo, con el ánimo de resaltar su ámbito científico y tecnológico, utilizaremos la acepción *prospectiva tecnológica*.

Ámbito de la prospectiva tecnológica

El origen de la prospectiva tecnológica (FOREN, 2001:5) se sitúa en la convergencia entre la planificación estratégica, la predicción tecnológica y el análisis de políticas (figura 1).

Figura 1
Origen de la prospectiva tecnológica



Adaptado de FOREN (2001)

Este origen multidisciplinar se plasma en la definición generalmente aceptada de prospectiva tecnológica, propuesta por Martín (1995:140) que la determina como “el proceso envuelto en el intento sistemático de visualizar el largo plazo de la ciencia y la tecnología, la economía y la sociedad con el ánimo de identificar las áreas estratégicas de investigación así como la aparición de tecnologías genéricas y emergentes que den paso a los mayores beneficios económicos y sociales”. Esta definición requiere, a su vez, el establecimiento de los conceptos tecnología genérica y emergente (Martín, 1993).

- Para calificar a una tecnología como genérica se requiere que 1) tenga implicaciones con otro rango de tecnologías y 2) que produzca beneficios en un amplio rango de sectores de la economía o la sociedad.
- Sobre el uso del término *emergente*, una tecnología emergente es la que, estando suficientemente desarrollada, tiene una alta probabilidad de éxito técnico y comercial en el horizonte temporal.

Pese a que la propuesta de Martin ha sido la más difundida, no ha sido la única. A continuación se detallan por orden cronológico algunas de las definiciones más relevantes, incluyendo las más importantes del término *prospectiva*.

- Ikonicoff, (1973, p. 917): “Se pueden describir tres fases de la prospectiva que corresponden a las tres etapas de toma conciencia progresiva de las sociedades. La primera fase es la de los estudios de coyuntura destinados a facilitar la decisión de inversor [...]. La segunda fase es la de la previsión a medio plazo. En general son previsiones realizadas por los organismos oficiales con el fin de descubrir los desequilibrios o cuellos de botella que puedan producirse en el futuro [...]. El pasaje a la tercera etapa de la prospectiva se produce en el momento en el que el horizonte de aspiraciones de la comunidad se traduce en un proyecto social”.
- Coates (1985, p. 30): “La prospectiva es el proceso de crear una comprensión y apreciación de la información generada obtenida de mirar hacia el frente. La prospectiva incluye medidas cuantitativas y cualitativas para controlar pistas e indicadores de tendencias y desarrollos envolventes”.
- Gavigan (2001, p. 107): “En los últimos años, la prospectiva se ha convertido en un término de uso general para describir una serie de combinaciones de análisis prospectivos y de estudios participativos, destinados a apoyar la toma de decisiones sobre políticas mejor informadas y más eficientemente implementadas. La prospectiva implica de manera fundamental la reunión de agentes claves y de fuentes de conocimiento con el fin de desarrollar puntos de vista estratégicos e inteligencia anticipatoria”.
- Rodríguez (2001, p. 15): “La prospectiva tecnológica (1) desarrolla visiones del futuro sobre tecnologías y aspectos clave del desarrollo, (2) proporciona fuentes de conocimiento, (3) posibilita el diálogo entre actores, (4) fomenta la creación de redes de colaboración, (5) proporciona información para el desarrollo de políticas tecnológicas, (6) moviliza un amplio colectivo y le obliga a reflexionar sobre el futuro”.
- Van der Meuler *et al.* (2003, p. 219): “La prospectiva es más que un pronóstico o una predicción. Tiene la misión de gestionar la incertidumbre a través de la continua interacción con los grupos de interés”.
- Havas (2003, p. 179): “La prospectiva tecnológica es un proceso sistemático de evaluación de desarrollos científicos y tecnológicos, que puedan impactar en la competitividad industrial, en la creación de salud y en la calidad de vida”.



- Salo y Cuhls (2003, p.79): “La prospectiva tecnológica es un instrumento de la inteligencia política estratégica que busca generar un conocimiento acerca de los posibles desarrollos científicos y tecnológicos y sus impactos sobre la economía y la sociedad para dar soporte a la determinación de las políticas científicas y tecnológicas, el alineamiento de la investigación y los desarrollos con las necesidades sociales, la intensificación de las colaboraciones de investigación y desarrollos y los sistemáticos desarrollos en el largo plazo de sistemas de innovación”.
- Lattre Gasquet *et al.* (2003, p.217): “La prospectiva es una poderosa herramienta para imaginar futuros potenciales, aumentar la conciencia pública, ayudar a la toma de decisiones y afrontar cuestiones referentes a relaciones entre ciencia y tecnología”.

De las aproximaciones al concepto de prospectiva tecnológica citadas, se pueden extraer los siguientes componentes para el establecimiento de su ámbito (cuadro 1):

- La prospectiva tecnológica es un proceso sistemático y continuado, no es un acto puntual y aislado.
- Es un proceso participativo, fruto del diálogo entre los actores de los sistemas de innovación nacionales, tales como tecnólogos, científicos, decisores públicos y agentes sociales.
- El alcance de la prospectiva tecnológica es muy amplio, comprendiendo no sólo tecnologías y sus aplicaciones, sino el establecimiento de políticas públicas y los retos sociales que éstas conllevan.
- La finalidad que se persigue radica en el fomento del pensamiento a largo plazo de los grupos de interés, la identificación de oportunidades de acciones conjuntas y el ofrecimiento de recomendaciones para el desarrollo económico y social.

Cuadro 1
Ámbito de la prospectiva tecnológica

Alcance	Ciencia, tecnología, economía y sociedad
Campos relacionados	Predicción tecnológica, planificación estratégica, análisis de políticas, gestión de la tecnología, gestión de la innovación
Periodicidad	Proceso sistemático y continuado
Usuarios	Actores de los sistemas de innovación, grupos de interés
Finalidad	Identificación de tecnologías emergentes, oportunidades de acciones conjuntas y recomendaciones para el desarrollo económico y social

Una vez establecido el ámbito de la prospectiva tecnológica, lo vamos a delimitar con el análisis de sus particularidades frente al enfoque clásico de anticipación al futuro: la predicción tecnológica.

Predicción y prospectiva tecnológica

La predicción y prospectiva tecnológicas están en la práctica íntimamente ligadas. Ello se debe a que la prospectiva tecnológica se fundamenta en la identificación de las diferentes opciones para el futuro, basándose en técnicas de predicción tecnológica. No obstante, existen diferencias apreciables entre ambas.

Martino (1983) define la predicción tecnológica como “una predicción acerca de las características futuras de maquinaria, procedimientos o técnicas”. De esta definición clásica se deriva el primer hecho diferenciador entre predicción y prospectiva tecnológica: la primera termina en la identificación de la probabilidad asociada a distintos futuros, mientras que la segunda no se limita a predecir cual será el futuro tecnológico esperado. La prospectiva tecnológica describe una variedad de futuros potenciales, para contribuir a conseguir unos resultados concretos por parte de los grupos de interés (Cuhls, 2003).

El segundo hecho diferenciador entre ambos conceptos es que mientras la mayoría de los enfoques tradicionales de predicción tecnológica se centran en la precisión de predicciones a largo plazo, la prospectiva tecnológica se centra en estimular la implicación activa de los participantes. Este énfasis en el proceso, más que en el resultado, ha sido justificado (Martin e Irving, 1989) por los beneficios que dicho proceso prospectivo conlleva, mediante las cinco C:

- Comunicación: reuniendo los grupos dispares en un nuevo foro en que ellos pueden actuar de manera recíproca.
- Concentración: alentando a los participantes implicados en el proceso a pensar en términos de largo plazo.
- Coordinación: para que las personas diferentes puedan formar las sociedades de investigación y desarrollo (I+D) productivas.
- Consenso: creando una visión compartida del futuro que a los participantes les gustaría lograr.
- Compromiso: asegurando que los individuos participan totalmente y puedan llevar a cabo los cambios en la dirección del ejercicio de prospectiva tecnológica.



Estas cinco *C* también son conocidas como “resultados del proceso”, en contraposición al término “resultados tangibles”, empleado para las conclusiones del *proceso de prospectiva*, plasmadas en informes, conferencias o grupos de trabajo. Esta denominación se debe a que algunos autores argumentan que, más allá de los beneficios del proceso prospectivo, las cinco *C* son resultados del proceso prospectivo en sí mismo.

Esta focalización en el proceso, más que en los resultados, ha derivado en que, en comparación con los estudios de predicción tecnológica, las investigaciones de prospectiva tecnológica han puesto poco énfasis sobre la clase de futuro que está construyendo y su validez. Con frecuencia, estas cuestiones quedan relegadas tras una argumentación que indica que la intención de la prospectiva no es una predicción del futuro y que el proceso de interacción es tan relevante como el resultado. Sin embargo, estudios recientes reivindican la orientación de la investigación de la *prospectiva* a su integración con instrumentos metodológicos provenientes de campos anexos para incrementar su precisión (Bañuls y Salmerón, 2007a; Bañuls y Salmerón, 2007b, Bañuls y Salmerón, 2008).

A continuación se exponen los motivos para realizar prospectiva tecnológica en lugar de predicción tecnológica mediante el análisis del valor estratégico de la primera.

Valor estratégico de la prospectiva tecnológica

En comparación con el enfoque de predicción tecnológica, la literatura de prospectiva tecnológica ha puesto poca atención sobre su actual valor estratégico. En sus orígenes, el impacto de la prospectiva tecnológica fue medido en términos de número de actividades y actores involucrados en el proceso.

Esta falta de interés se materializa en la escasez de estudios acerca del valor estratégico de la prospectiva tecnológica (Major *et al.*, 2001; Van der Meulen *et al.*, 2003). No obstante, existen algunos trabajos enfocados a justificar dicho valor estratégico.

Una primera aproximación al valor estratégico de la prospectiva fue realizada por Godet (1994; 2000), a partir de los enfoques tradicionales de planificación estratégica (Ansoff, 1965; Ackoff, 1971). Dicho autor encuentra el valor estratégico de la prospectiva en 1) servir de herramienta de anticipación del futuro a la planificación estratégica, 2) al gestionar la incertidumbre del proceso de toma de decisiones estratégicas en el horizonte temporal y 3) al promover la acción conjunta de los actores implicados en dicha estrategia. Al seguir esta aproximación fundamentada en la literatura de estrategia organizativa, otros autores han justificado el valor de la prospectiva en

el sostenimiento de la ventaja competitiva de las organizaciones (Anderson, 1997) o como competencia básica de las mismas (Major *et al.*, 2001).

Otra corriente de pensamiento en la que se ha fundamentado el valor estratégico de la prospectiva ha sido la dinámica de las expectativas (De Laat, 1996). Este enfoque muestra cómo los actores usan expectativas o creencias acerca de sus posiciones futuras *vis à vis* con el resto de actores y competidores, creando condiciones de soporte para las actividades de innovación. El resultado es un mutuo posicionamiento de los actores y el desarrollo de estrategias innovadoras soportadas por múltiples actores (Van der Meulen, 1999).

Por último, está la perspectiva de evaluación de los resultados del proceso de prospectiva tecnológica mediante la medición del impacto de los mismos. En este ámbito, destaca el trabajo de Keenan (2000), quien realiza un estudio evaluativo en la instauración del proyecto de prospectiva tecnológica en Reino Unido. En este trabajo se traza el origen de un número de prioridades que arrojó el estudio de prospectiva tecnológica en dicho país, en donde describe el modo en que diferentes actores (universidad, industria y gobierno) se organizaban para la implantación de esas prioridades (Keenan, 2000). Esta evaluación resalta en el valor añadido de la prospectiva tecnológica de los “resultados del proceso” de la misma, principalmente en la creación de redes y el efecto sinérgico de dicho proceso.

Taxonomía de procesos de prospectiva tecnológica

La taxonomía de procesos de prospectiva se puede analizar en función de tres categorías (Martín, 1995): la organización que los realiza, el grado de especificidad y el horizonte temporal (cuadro 2).

Con respecto a la primera categoría, el proceso de prospectiva tecnológica puede ser realizado por:

- Instituciones públicas, bien de manera centralizada por el gobierno o coordinada desde un organismo público independiente.
- Centros de investigación, tanto públicos como privados, ubicados en universidades, parques tecnológicos y otras instituciones científicas.
- Asociaciones industriales, empresas con base tecnológica y otros centros de ámbito privado.

Un segundo criterio sería el grado de especificidad. En función de esta categoría pueden ser:

Cuadro 2
Taxonomía de prospectiva tecnológica

<i>Categoría</i>	<i>Características</i>
Organización que los realiza	Gobierno Organismos públicos independientes Centros de investigación Asociaciones industriales Empresas con base tecnológica
Grado de especificidad	Holística Macronivel Mesonivel Micronivel
Horizonte temporal	Corto plazo Medio plazo Largo plazo

- Holísticos, es decir, que abarcan todo el espectro de la ciencia y la tecnología.
- Macronivel, cuando se cubre un determinado número de áreas tecnológicas.
- Mesonivel, cuando se concentra en una determinada área científica o tecnológica.
- Micronivel, cuando el ámbito se circunscribe en una tecnología concreta, un proyecto de investigación o incluso un producto.

Los procesos de prospectiva tecnológica se pueden segmentar también en cuanto a su horizonte temporal. Éste puede estar situado en el corto, el medio o el largo plazos. No obstante, resulta más habitual el largo plazo.

La actividad de prospectiva tecnológica

Pese a la relativamente reciente eclosión de la actividad prospectiva en el ámbito internacional, sus orígenes se remontan a la década de sesenta en EU. Por una parte, en las actividades realizadas por el Comité de Ciencia y Política Pública (COSPUP²), orientadas a la identificación de las áreas de investigación más prometedoras (Martin, 1995). Por otra, en los desarrollos metodológicos de la corporación RAND, especialmente del método Delphi (Grupp y Linstone, 1999).

² Acrónimo anglosajón de Committee on Science and Public Policy.

No obstante, estas actividades pioneras de prospectiva del gobierno estadounidense no llegaron a consolidarse y desaparecieron casi por completo en los años setenta. Es precisamente a mediados de esta década cuando en el seno del Instituto Japonés de Ciencia y Tecnología (NISTEP³) se inició una de las actividades prospectivas más representativas en el ámbito internacional. Dicha actividad, la cual se continúa en nuestros días con una periodicidad de cinco años, consiste en un estudio prospectivo acerca del futuro de la ciencia y tecnología de Japón. Otras iniciativas pioneras son las realizadas en Alemania y Francia (Irving y Martin, 1984).

Sin embargo, en la década de los noventa se produce un incremento notable de las actividades de prospectiva tecnológica, tanto en el ámbito nacional como supranacional. Las actividades prospectivas de los últimos 15 años se diferencian de sus antecedentes de los setenta y ochenta porque resaltan la exploración sistemática de las dinámicas futuras y la importancia de las interacciones entre actores de distintas procedencias en los sistemas de innovación nacional. En lugar de reducir la incertidumbre mediante la planificación, la prospectiva tecnológica promete la gestión de este problema mediante una intensiva interacción con los grupos de interés.

Europa Occidental y el conglomerado de países Asia-Pacífico han sido las áreas donde mayor difusión ha tenido la prospectiva tecnológica. Dicha actividad fue fuertemente influenciada en ambos casos por el Delphi Japonés; en el caso de Europa Occidental, por transferencia de experiencias niponas en el contexto alemán; en el caso de los países de Asia-Pacífico, por la propia influencia cultural japonesa en el modelo de desarrollo de los países de la zona. Sin embargo, el paso del tiempo ha propiciado el surgimiento de enfoques prospectivos distintos al japonés, siendo hoy día la única la identidad de cada proceso de prospectiva tecnológica. Además, ahora no se puede acotar esta tarea en un área mundial concreta, pues está localizada en los cinco continentes. De la misma manera, no se puede asociar en exclusiva la prospectiva tecnológica a los países desarrollados, ya que también se utiliza en naciones en vías de desarrollo.

Otro indicador relevante de la prospectiva tecnológica en las áreas en la actividad científico-tecnológica en el escenario internacional es la creación de instituciones supranacionales cuya última finalidad es coordinar la actividad prospectiva en sus áreas de influencia. Éste es el caso del Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica (IPTTS⁴) en la Unión Europea y del Centro de Prospectiva Tecnológica del área

³ Acrónimo anglosajón de National Institute of Science and Technology Policy.

⁴ Acrónimo anglosajón de Institute for Prospective Technological Studies.

de Cooperación Económica de Asia-Pacífico (APEC⁵). Además, cabe destacar a este respecto que otras organizaciones supranacionales ya existentes, como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de Naciones Unidas (ONU), han llevado a cabo de modo regular proyectos de prospectiva tecnológica.

En países hispanoparlantes, al igual que en el resto del mundo, ha proliferado la actividad prospectiva. En América Latina y Caribe, ésta ha sido promovida principalmente por la ONUDI⁶ y el nodo latinoamericano del Millenium Project de la ONU. Sin embargo, existen otras actividades cercanas a la prospectiva paralelas a los desarrollos realizados por estas entidades supranacionales en América Latina y Caribe, como los de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Uruguay y Venezuela (Rodríguez *et al.*, 2000). En España, el centro de la actividad prospectiva es el Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI) (OPTI 1999, 2000, 2001). Otros estudios que han abordado tendencias tecnológicas futuras y su impacto en la sociedad española con un enfoque prospectivo son los informes anuales de la Fundación Cotec (i.e. 2002, 2003), y de la fundación Telefónica (i.e. 2002, 2003), entre otros (Héraud y Cuhls, 1999; Mañá, 2001).

Áreas clave para el desarrollo económico y social

En este epígrafe se analizan las áreas clave para el desarrollo económico de las naciones, según su relevancia en la actividad prospectiva internacional. Para ello se estudiará una muestra de actividades prospectivas en el mundo.

La muestra de procesos prospectivos tecnológicos se ha tomada de la base de datos del proyecto alemán Futur. Éste es una iniciativa del ministerio alemán de educación e investigación, que cuenta con un resumen de las actividades prospectivas más relevantes en el ámbito internacional. Para analizar dicha muestra se ha utilizado la técnica denominada análisis de contenido. En seguida se estudian los detalles en la aplicación de dicha técnica.

Metodología de análisis

El análisis de contenido es una técnica de investigación destinada a formular, a partir de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que puedan aplicarse a su contexto

⁵ Acrónimo anglosajón de Asia-Pacific Economic Cooperation.

⁶ Acrónimo de Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

(Krippendorff, 1990 p.28). Esta metodología se ha seleccionado debido a su adecuación para procesar datos científicos. A continuación se detallan algunos aspectos concernientes a esta metodología como las unidades de muestreo y registro y la codificación.

Las unidades de muestreo, definidas como las porciones de la realidad observada que se consideran independientes unas de otras, son las actividades de prospectiva tecnológica internacionales con un grado de especificidad de macronivel. Nótese que se excluyen 1) las actividades realizadas por organismos supranacionales, por evitar solapamientos entre actividades prospectivas; 2) las actividades holísticas por no encontrarse divididas en áreas clave; y 3) las mesonivel y micronivel por centrarse en un área concreta. En caso de existir dos o más actividades internacionales en un país con dichas características, se ha seleccionado la más reciente. El resultado final son las 27 unidades de muestreo recogidas en el cuadro 3.



Cuadro 3
Muestra de actividades prospectivas internacionales

<i>País</i>	<i>Programa</i>
Alemania	Second comprehensive study on the development of science and technology
Australia	Matching science and technology to future needs 2010
Austria	Technology Delphi
Bélgica	Belgian Federal Foresight Study
Corea del sur	Second Technology Forecast
China	Technology Foresight 2003
EU	New Forces at Work: Industries Views Critical Technologies
Eslovaquia	Technology Foresight Slovakia 2015
España	Informes de Prospectiva Tecnológica Industrial
Estonia, Malta, Chipre	e-FORESEE
Filipinas	Science and Technology Master Plan (STMP)
Finlandia	On the way to technology vision
Francia	List of Key Technologies (Technologies Clés)
Grecia	The Greek Technology Foresight Programme (TF)
Holanda	Dinamo 2003-2006
Hungría	Technology Foresight Programme (TEP)
India	Technology Vision 2020
Irlanda	Technology Foresight Ireland
Israel	Science and Technology Foresight for Israel
Japón	Technology Foresight. Future technology in Japan
Nueva Zelanda	The Foresight Project
Portugal	Engenharia e Tecnologia 2000 (ET 2000)
Reino Unido	The Foresight Programme
República Checa	Analyses of international key technologies lists
Sudáfrica	National Research and Technology Foresight Project (NRTF)
Suecia	2 Teknisk Framsyn
Turquía	Foresight Turkey – Vision 2023

Las unidades de registro, definidas como fracciones de las unidades anteriores que determinan la codificación de las diferentes categorías, son cada una de las áreas clave halladas como explicación en cada los procesos de prospectiva. En total se identificaron 288 unidades de registro entre las 27 unidades de muestreo.

La codificación se ha realizado con base en la lista de áreas clave del octavo proceso de prospectiva tecnológica japonés (cuadro 4). Dicho proceso ha sido seleccionado como base de la codificación por ser el más reciente de la actividad prospectiva nacional con grado de especificidad macronivel más influyente en el ámbito internacional (Grupp y Linstone, 1999).

Cuadro 4
Categorización de áreas clave

<i>Área clave</i>	<i>Ejemplos de grupos específicos de interés</i>
Información y comunicaciones	Interfaz humano-máquina Seguridad de la información Nuevos principios para la información y las comunicaciones Computación ubicua Tecnología software
Electrónica	Electrónica del silicio Dispositivos ópticos y fotoelectrónicos Electrónica sin hilos Electrónica molecular y orgánica Robótica
Ciencias de la vida	Generación y crecimiento cerebral Funciones cerebrales de alto nivel Control de funciones biológicas de alto nivel Biología ambiental y ecológica Nanobiología
Salud, medicina y bienestar	Medicina personalizada Mecanismos de defensa biológica y aplicación terapéutica Medicina preventiva Medidas contra la enfermedades infecciosas que reaparecen Medicina y bienestar para la sociedad anciana
Agricultura, forestación, pesca y alimentación	Interacción entre biodiversidad y ecosistema Soluciones biológicas al problema ambiental Sociedad sostenible Desarrollo de la tecnología de la producción armonizada con el ecosistema Sistema alimentarios seguros y sostenibles

Continúa

<i>Área clave</i>	<i>Ejemplos de grupos específicos de interés</i>
Fronteras	Tecnología de exploración planetaria Tecnología básica para transporte espacial Tecnología para la observación exacta del entorno terráqueo Profundidades terrestres Océano y fondo marino
Recursos y energía	Energía nuclear innovadora Sistemas de energía del hidrógeno Células de combustible Sistemas de energía descentralizados Energías renovables
Entorno	Entorno global Entorno urbano Índices económicos ambientales Desastres ambientales Recursos de agua
Nanotecnología y materiales	Simulación de modelado de nanomateriales Medidas y tecnología de análisis Tecnología de síntesis y de proceso Nuevos materiales para el control de la estructura a nanonivel Nanodispositivos y sensores
Manufactura	Diseño virtual Tecnología de la fabricación para los productos de alto valor añadido Tecnología de la fabricación en ambientes especiales Tecnología de reciclado Tecnología superficial de la modificación y del control de la interfaz
Infraestructura industrial	Optimización de industrial Dispersión y concentración industrial Gestión del conocimiento Toma de decisiones corporativas Gestión del riesgo
Infraestructura social	Revitalización, mantenimiento y gestión de la infraestructura social Tecnología ambiental y arquitectura Sistemas del transporte Tráfico Sistemas de la logística
Tecnología Social	Seguridad y estabilidad de la vida cotidiana Seguridad urbana Tecnologías de la educación Tecnologías de preservación cultural Evaluación de la tecnología



Adaptado de NISTEP, 2066.

La labor de codificación fue realizada por los autores. Estos codificadores cumplen los requisitos de nivel cultural, formación y conocimiento del marco teórico. El coeficiente de fiabilidad de la codificación (CF) (expresión 1) en la primera ronda ha sido de 75.82%. Al seguir la metodología de análisis de contenido, en la segunda ronda se revisaron las divergencias. Tras dicha revisión el grado de acuerdo entre codificadores fue de 100%.

$$CF_1 = 2m / (N_1 + N_2) \quad (1)$$

donde:

“m” es el número de decisiones de codificación en las que coinciden el codificador 1 y el codificador 2.

“N₁” es el número de decisiones de codificación realizadas por el codificador 1.

“N₂” es el número de decisiones de codificación realizadas por el codificador 2.

A continuación se analizan los resultados de la aplicación del análisis de contenido.

Resultados

En el cuadro 5 se muestran los resultados por unidad de muestreo.

Cuadro 5
Resultados

Área Clave	Procesos	%
Información y comunicaciones	24	88.89%
Nanotecnología y materiales	23	85.19%
Recursos y energía	21	77.78%
Infraestructura social	20	74.07%
Manufactura	20	74.07%
Agricultura, forestación, pesca y alimentación	19	70.37%
Infraestructura industrial	19	70.37%
Salud, medicina y bienestar	19	70.37%
Entorno	17	62.96%
Tecnología social	17	62.96%
Ciencias vivas	13	48.15%
Fronteras	10	37.04%
Electrónica	7	25.93%

Con este análisis se puede apreciar cómo “Información y comunicaciones” es el área clave que en mayor número de procesos de prospectiva tecnológica se encuentra

presente (88.89%). Esta clasificación viene seguida de “Nanotecnología y materiales” (85.19%), así como de “Recursos y energía” (77.78%). Nótese que todas las áreas clave tienen una presencia igual o superior a 50% en la muestra, excepto “Ciencias de la vida” (48.15%), “Fronteras” (37.04%) y “Electrónica” (25.93%).

Conclusiones

En este artículo se realiza una aproximación a las áreas clave para el desarrollo económico y social desde el análisis de la actividad internacional en materia de prospectiva tecnológica. Es la primera vez que se realiza un análisis de esta magnitud con técnicas para el tratamiento de contenidos, por lo que la presente investigación supone una contribución al campo de la prospectiva tecnológica.

Como resultado del análisis se deduce que la “Información y las comunicaciones”, “Nanotecnología y materiales”, “Recursos y energía” y “Salud, medicina y bienestar”, entre otras (cuadro 5), son consideradas como áreas estratégicas para el desarrollo económico internacional. Estos resultados han de ser interpretados en sentido amplio, pues cada país prioriza su esfuerzo en investigación e inversión en función de su posición competitiva, así como de su papel en la economía internacional. No obstante, se puede interpretar que existen áreas clave transversales a cualquier economía en un contexto global.

Una segunda contribución del artículo es el análisis de la actividad en prospectiva tecnológica internacional, contextualizado con aspectos como el ámbito, el valor estratégico y el proceso de la prospectiva tecnológica. Fruto del estudio de dicha actividad se desprende la relevancia de la actividad prospectiva en países asiáticos y europeos. Esta relevancia se debe al fomento que organizaciones gubernamentales y supranacionales han realizado de la actividad prospectiva en las dos últimas décadas. En el resto del mundo, esta actividad ha sido más esporádica.

Al centrarnos en el caso de América Latina, la actividad prospectiva ligada a órganos de poder ha sido promovida por divisiones específicas de organizaciones supranacionales. Al extrapolar otras acciones de organismos supranacionales como IPTS en Europa o APEC en Asia-Pacífico, se prevé que en los próximos años dicha actividad redunde en la asimilación de la prospectiva tecnológica por parte de los gobiernos latinoamericanos como una herramienta estable de inteligencia política.



Bibliografía

- Ackoff, Rusell, *A Concept of Corporate Planning*, Nueva York, John Wiley & Sons Inc, 1971.
- Anderson, Joe, "Technology Foresight for Competitive Advantage", *Long Range Planning*, vol. 30, octubre de 1997, pp. 665-677.
- Ansoff, Igor, *Corporate Strategy*, Nueva York, McGraw-Hill, 1965.
- Bañuls, Víctor Amadeo y Salmerón, José Luís, "Benchmarking the Information Society in the Long Range", *Futures*, vol. 39, núm. 1, 2007a, pp. 83-95.
- _____, "A Scenario-based Assessment Model-SBAM", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 74, núm. 6, 2007b, pp. 750-762.
- _____, "Foresighting key areas in the information technology industry", *Technovation* vol. 28, núm. 3, 2008, pp. 103-111.
- Coates, Joseph. "Foresight in Federal Government Policymaking", *Futures Research Quarterly*, verano de 1985, pp. 29-53.
- Cuhls, Kerstin, "Twelve From Forecasting to Foresight Processes-New Participative Foresight Activities in Germany", *Journal of Forecasting*, vol. 22, núm. 2-3, 2003, pp. 93-111.
- De Laat, Bastiaan. *Scripts for the Future. Technology Foresight, Strategic Evaluation and Socio-technical Networks: the confrontation of script-based scenarios*, tesis doctoral, Amsterdam, University of Amsterdam, 1996.
- FOREN, *A practical Guide to Regional Foresight. European Commission Research Directorate General*, Informe EUR 20128 EN, European Communities, 2001.
- Fundación COTEC, *Tendencias Tecnológicas en Europa: Análisis de los Procesos de Prospectiva*, Madrid, Fundación COTEC, 2003.
- Fundación Telefónica, *La Sociedad de la Información en España 2002: Presente y Perspectivas*, Madrid, Fundación Telefónica, 2003.
- Gavigan, James, "Panorama de la Prospectiva en Europa. Principios y Visión General por Países", *Economía Industrial*, vol. 342, núm. 6, 2001, pp. 107-118.
- _____, y Scapolo, Fabiana, "Matching Methods to the Mission: a Comparison of National Foresight Exercises", *Foresight*, vol. 1, núm. 6, 1999, pp. 495-517.
- Godet, Michel, *From Anticipation to Action*, París, UNESCO Publishing, 1994.
- _____, *La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica*. Cuadernos del LIPS, 4ª ed., París, Gerpa, 2000.
- Grupp, Hariolf y Linstone, Harold, "National Technology Foresight Activities around the Globe: Resurrection and New Paradigms", *Technological Forecasting and Social Change*, 60, 1999, pp. 85-94.
- Havas, Attila, "Evolving Foresight in a Small Transition Economy", *Journal of Forecasting*, vol. 22, núm. 2/3, 2003, pp. 179-201.
- Héraud, Jean-Alain y Cuhls, Kerstin, "Current Foresight Activities in France, Spain, and Italy", *Technological Forecasting and Social Change*, 60, 1999, pp. 55-70.
- Ikonicoff, Moisés, "Las Etapas de la Prospectiva", *Desarrollo Económico*, vol. 12, núm. 48, 1973, pp. 915-921.
- Irving, John y Martin, Ben, *Foresight in Science: Picking the Winners*. London, Pinter, 1984.
- Keenan, Michael, *An Evaluation of the Implementation of the UK Technology Foresight Programme*, tesis doctoral, University of Manchester, 2000.
- _____, "Identifying Emerging Generic Technologies at the National Level: the UK Experience", *Journal of Forecasting*, vol. 22, núm. 2/3, 2003, pp. 129-160.
- Krippendorff, Klaus, *Metodología de Análisis de Contenido: Teoría y Práctica*, Barcelona, Ediciones Paidós, 1990.
- Lattre-Gasquet, Marie, Petithuguenin, Philippe y Sainte-Beuve, Jerome, "Foresight in a Research Institution: a Critical Review of Two Exercises", *Journal of Forecasting*, vol. 22, núm. 2-3, 2003, pp. 203-210.
- Major, E., Asch, D. y Cordey-Hayes, M., "Foresight as a core competence", *Futures*, vol. 33, 2001, pp. 91-107.
- Mañá, Francesc, "Tendencias Tecnológicas en la Sociedad de la Información", *Economía Industrial*, vol. 342, núm. 6, 2001, pp. 95-105.
- Martin Ben, *Research Foresight and the Exploitation of the Science Base*, Londres, HMSO, 1993.
- _____, e Irvine John, *Research Foresight*, London, Frances Pinter, 1989.
- _____, y Johnston Ron, "Technology Foresight for Wiring up the National Innovation System. Experiences in Britain, Australia,

- and New Zealand”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 60, 1999, pp. 37-54.
- _____, “Foresight in Science and Technology”, *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 7, núm. 2, 1995, pp. 139-168.
- Martino, Joseph, *Technological Forecasting for Decision Making*, 2ª Ed, New York, Amsterdam, Oxford, North-Holland, 1983.
- NISTEP, *The Seventh National Japanese Science and Technology Foresight-Future Technology in Japan*, Tokio, NISTEP, Informe 71, 2001.
- _____, *The Eighth National Japanese Science and Technology Foresight-Future Technology in Japan*, NISTEP, Informe 97, Tokio, 2006.
- OCDE, “Special Issue on Government Technology Foresight Exercises”, *STI Review*, 17, 1996.
- OPTI, *Primer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial*, Madrid, OPTI, 1999.
- _____, *Segundo Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial*, Madrid, OPTI, 2000.
- _____, *Tercer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial*, Madrid, OPTI, 2001.
- Rodríguez, Jesús, “Introducción a la Prospectiva: Metodologías, Fases y Explotación de Resultados”, *Economía Industrial*, vol. 342, núm. 6, 2001, pp. 13-20.
- Rodríguez, Sandra, Torrealba, Mariana, Cárdenas, Antonio y Dávila, Gulfredo, *Inteligencia Tecnológica*, Caracas, Los Teques, 2000.
- Salo, Ahti y Cuhls, Kerstin, “Technology Foresight-Past and Future”, *Journal of Forecasting*, vol. 22, núm. 2/3, 2003, pp. 79-82.
- Salmerón, José Luís y Bañuls, Víctor Amadeo, “Detecting IS/IT Future Trends: An Analysis of Technology Foresight Processes Around the World”, *Lecture Series on Computer and Computational Sciences*, vol. 2, 2005, pp. 120-123.
- Van der Meulen, Barend, De Wilt, Jan y Rutten, Hans, “Developing Futures for Agriculture in the Netherlands: a Systematic Exploration of the Strategic Value of Foresight”, *Journal of Forecasting*, vol. 22, núm. 2/3, 2003, pp. 219-233.
- _____, “The Impact of Foresight on Environmental Science and Technology Policy in the Netherlands”, *Futures*, vol. 31, 1999, pp. 7-23.

