

# Fundamentos de la Prospectiva en Sistemas de Información

ECOE EDICIONES



Ra-Ma®

Víctor Amadeo Bañuls  
José Luis Salmerón

Prefacio <i>Murray Turoff</i> .....	1
Introducción .....	5

**CAPÍTULO 1. LA PROSPECTIVA TECNOLÓGICA**

1.1 Conceptualización de la prospectiva tecnológica .....	11
1.1.1 Características de la prospectiva tecnológica....	12
1.1.2 Motivaciones de la prospectiva tecnológica....	13
1.2 La Prospectiva tecnológica en las organizaciones.....	14
1.2.1 Modelos de estrategia.....	15
1.2.2 La Prospectiva tecnológica como competencia básica.....	17
1.3 La actividad de prospectiva tecnológica .....	19
1.3.1 Actividad prospectiva internacional .....	19
1.3.2 La prospectiva tecnológica en España .....	23
1.3.3 La prospectiva tecnológica en la Academia.....	24
1.4 El proceso de prospectiva tecnológica .....	25
1.4.1 Criterios de clasificación de los procesos de prospectiva tecnológica.....	25
1.4.2 Fases del proceso de prospectiva tecnológica.	26
1.4.3 El marco metodológico de la prospectiva .....	27
tecnológica.....	27

**CAPÍTULO 2. LA PROSPECTIVA EN SI/TI**

2.1 Sistemas y Tecnologías de la Información.....	30
2.1.1 Los sistemas de información en las organizaciones.....	31
2.1.2 El enfoque sistémico .....	33
2.1.3 Las tecnologías de la información .....	36
2.2 El marco de la prospectiva en SI/TI.....	38
2.2.1 Antecedentes de la prospectiva en SI/TI.....	39
2.2.2 Los SI/TI en la actividad prospectiva.....	43
2.3 La actividad prospectiva en SI/TI.....	44
2.3.1 Taxonomía .....	45
2.3.2 Áreas clave .....	47

### **CAPÍTULO 3. EL MÉTODO DELPHI**

3.1	Conceptualización del método Delphi.....	50
3.1.1	Estructuración del método Delphi .....	52
3.1.2	Justificación de la elección del método Delphi.....	53
3.2	El método DELPHI en los sistemas de información ...	55
3.2.1	Selección y formación del panel de expertos....	58
3.2.2	Diseño y validación del cuestionario.....	64
3.2.3	Recogida y análisis de los datos .....	67
3.2.4	Número de rondas adecuadas .....	69
3.3	El método DELPHI en prospectiva .....	71
3.3.1	Aplicación de delphi en la prospectiva por área de conocimiento.....	71
3.3.2	Aplicación de Delphi en estudios prospectivos	73
3.3.3	Recomendación en la aplicación de delphi en la prospectiva.....	79
3.4	Caso práctico.....	82
3.4.1	Introducción a FOSS .....	82
3.4.2	Metodología y diseño de investigación.....	84
3.4.3	Recogida y análisis de los datos .....	93
3.4.4	Resultados .....	93

### **CAPÍTULO 4. MÉTODOS MULTICRITERIO**

4.1	Toma de decisiones con múltiples criterios .....	102
4.1.1	Métodos multicriterio discretos .....	103
4.1.2	Fases en el análisis multicriterio.....	104
4.2	Los métodos multicriterio y la prospectiva tecnológica.....	106
4.2.1	Características de los métodos multicriterio .... relevantes para la prospectiva .....	107
4.2.2	Funciones en la prospectiva tecnológica.....	108
4.3	Caso práctico.....	109
4.3.1	El método AHP.....	111
4.3.2	El enfoque DELPHI-AHP .....	120
4.3.3	Trabajo de campo .....	124
4.3.4	Resultados .....	126

### **CAPÍTULO 5. ESCENARIOS**

5.1	Los métodos de generación de escenarios.....	136
5.1.1	Tipologías de escenarios.....	137

5.1.2	Los escenarios en prospectiva .....	138
5.2	Matrices de impacto cruzado .....	140
5.2.1	Eventos y probabilidades.....	142
5.2.2	Matriz de impacto cruzado.....	145
5.2.3	Consistencia y coherencia del conjunto de estimaciones .....	147
5.2.4	Ajuste del modelo .....	153
5.3	Caso práctico.....	155
5.3.1	Sistema de probabilidades.....	155
5.3.2	Entradas del modelo .....	159
5.3.3	Escenarios .....	60
 <b>CAPÍTULO 6. SISTEMAS DINÁMICOS</b>		
6.1	Mapas cognitivos borrosos y toma de decisiones .....	164
6.1.1	Utilidad de los mapas cognitivos borrosos .....	165
6.1.2	Tipología de usos y reglas de diseño.....	166
6.2	Escenarios a través de mapas cognitivos borrosos....	171
6.2.1	Estabilidad de los escenarios .....	171
6.2.2	Funciones de activación .....	172
6.2.3	Ejemplo de aplicación.....	179
6.3	Caso práctico.....	180
6.3.1	Entorno tecnológico de la decisión.....	180
6.3.2	Fundamentos de la selección de sistemas ERP.....	182
6.3.3	Metodología de investigación.....	183
6.3.4	Análisis previos .....	188
6.3.5	Alcance de los resultados finales.....	194
6.3.6	Definición de escenarios.....	195
6.3.7	Principales conclusiones del estudio de caso....	204
<b>Referencias</b>	.....	205
<b>Acrónimos</b>	.....	219
<b>Índice alfabético</b>	.....	221

## Introducción

---

La economía mundial está envuelta en una profunda transformación, catalizada por la globalización y soportada por el rápido desarrollo de los Sistemas y Tecnologías de la Información (en adelante SI/ TI), que aceleran la transmisión y uso de la información y el conocimiento. En este contexto, la proximidad geográfica parece haber perdido relevancia. Pero este hecho, en lugar de equilibrar las diferencias entre regiones, ha sido causa de exacerbación de disparidades entre éstas. Dados estos desarrollos, es obvio que no solamente las inversiones en Sistemas de Información han de ser monitorizadas adecuadamente, sino que los decisores públicos han de ser capaces de identificar las áreas científicas en el sector de las Tecnologías de la Información (en adelante TI) con mayor impacto económico y social. Es por ello que el desarrollo de herramientas para el análisis de avances en el campo de los Sistemas Información es una prioridad científica de primer orden. Por una parte, por la relevancia del sector de los SI/TI en el desarrollo de las naciones. Por otra parte, debido al dinamismo de este sector.

En este libro se propone un enfoque prospectivo para el análisis de los desarrollos emergentes en materia de Sistemas de Información. Este enfoque puede suponer, entre otras muchas alternativas:

- Para los directivos de las organizaciones, un sistema de apoyo para la definición de la estrategia de Sistemas de Información.
- Para los decisores públicos, un instrumento para mejora del proceso de definición de políticas tecnológicas en materia de SI/TI.
- A nivel de investigación, una herramienta para la identificación de áreas estratégicas de investigación y desarrollo en el campo de los Sistemas de Información.

Para ilustrar este enfoque prospectivo, en los dos primeros capítulos de este libro se abordan los aspectos fundamentales de la Prospectiva Tecnológica en general -capítulo primero- y de la Prospectiva en SI/TI -capítulo segundo-, tales como su concepto, alcance, metodología y aplicaciones. Dicha labor de investigación se fundamenta en una revisión bibliográfica de las obras más relevantes en materia de Prospectiva en SI/TI, tales como libros y artículos indexados en las principales bases de datos e informes oficiales de proyectos de Prospectiva Tecnológica de más de 40 países. También se ha realizado un análisis de las fuentes de información anexas, tales como estadísticas acerca de la Sociedad de la Información a nivel nacional e internacional, tesis doctorales, normas, recomendaciones técnicas y otros documentos científico-técnicos.

Además, se ilustra la aplicación de técnicas prospectivas, con el objetivo de servir de referencia a investigadores en la materia. En el capítulo tercero, se analiza en detalle una de las metodologías más utilizadas en los estudios acerca del futuro, el Método Delphi. Dicha contribución es realizada por la Profesora Gallego, la cual analiza aspectos fundamentales del Método Delphi, así como su aplicación en el campo de la Prospectiva Tecnológica y en el de los Sistemas de Información. Además, en este capítulo la autora ilustra un estudio Delphi sobre el software de código abierto.

En el capítulo cuarto, se analiza la potencialidad de los métodos multicriterio en la Prospectiva Tecnológica. Para ello se realiza un análisis de las características principales de los métodos multicriterio y sus puntos de conexión con el proceso prospectivo. Como caso práctico se estudia la aplicación del método multicriterio AHP a un proceso de Prospectiva en SI/TI. Dicha aplicación se realiza de modo combinado con el método Delphi, en la metodología que denominamos enfoque Delphi-AHP. Mediante este análisis, se ilustran aspectos operativos en la utilización de esta metodología, así como los puntos fuertes del uso de técnicas multicriterio en la prospectiva tales como el aumento de rigor y transparencia en el proceso de selección de tecnologías críticas.

En el capítulo quinto, se complementan los enfoques Delphi y multicriterio mediante el uso de las técnicas de generación de escenarios. En este capítulo se analizan las distintas técnicas de escenarios, haciendo un inciso sobre uno de los más consolidados en la literatura prospectiva, el Método de Impacto Cruzado. Sobre éste se realiza una revisión de sus modalidades y un análisis detallado de sus principios básicos. En el caso práctico se ilustra una aplicación del método a la estimación del parque tecnológico de SI/TI de una región en el horizonte temporal en un proceso de Prospectiva en SI/TI. En dicha aplicación se hace un inciso en el diseño del modelo, obtención de entradas y proceso de generación de escenarios, así como su combinación con el método Delphi.

En el capítulo sexto se analiza la potencialidad de los sistemas dinámicos en el campo de la prospectiva. Concretamente, se analiza la aplicación de Mapas Cognitivos Borrosos para la generación de escenarios. Dicha contribución es realizada por el Profesor Bueno. En este capítulo se analiza la función de los mapas cognitivos borrosos en la toma de decisiones, incidiendo en aspectos tales como la utilidad de los Mapas Cognitivos Borrosos así como su tipología y reglas de diseño. Respecto a la generación de escenarios mediante esta técnica, se analizan aspectos tales como la estabilidad de escenarios y las funciones de activación. La aplicación de la técnica se ilustra con un caso práctico acerca de la selección de sistemas ERP.

Capítulo 1

---

*La perspectiva  
tecnológica*

La actividad prospectiva en los avances científicos y tecnológicos siempre ha estado confrontada con la percepción fundamental de la investigación científica, así como con la innovación real. Como consecuencia de ello las estrategias científicas y tecnológicas se enfrentan a la paradoja de que, aunque la ciencia y la tecnología se erigen en recursos clave para el futuro bienestar y la calidad de vida, las políticas tecnológicas no han podido estar basadas en un conocimiento de dichos futuros.

Dicha paradoja se puso aún más de manifiesto debido a la turbulencia característica de la década de los 90. A consecuencia de la intensificación de la competitividad global (también conocida como globalización) y la aparición de nuevas tecnologías (biotecnologías, tecnologías móviles y redes entre otras), las metodologías de Predicción Tecnológica basadas en la estadística perdieron gran parte de su credibilidad.

Así mismo, surgieron otros aspectos que evidenciaron las limitaciones en la aplicación de los métodos clásicos de Predicción Tecnológica al establecimiento de políticas científicas y tecnológicas (Martin, 1995; Gavigan, 2001; Havas, 2003; Bañuls y Salmerón, 2008a). Estos aspectos tenían distintas naturalezas, como la aparición de nuevos clusters sociales, la asunción de nuevas responsabilidades adquiridas por parte de los gobiernos, la internacionalización de la dinámica de la innovación, el incremento del dinamismo del ámbito tecnológico o el rol adoptado por nuevos sectores basados en el conocimiento y servicios emergentes.

Este nuevo entorno generó que los actores de los sistemas nacionales de innovación afrontaran un grado creciente de incertidumbre en la priorización de inversiones en ciencia y tecnologías, así como en desarrollos empresariales. La Prospectiva Tecnológica fue una respuesta a dicho desafío. Su meta era constituir una herramienta de soporte para la toma de decisiones y la priorización de políticas tecnológicas y científicas (Van der Meulen et al., 2003; Keenan, 2003). Concretamente, el origen de la Prospectiva Tecnológica (FOREN, 2001, p. 5) se produce por la convergencia de la Planificación Estratégica, la Predicción Tecnológica y el Análisis de Políticas (Figura 1.1).

# Fundamentos de la Prospectiva en Sistemas de Información



La economía mundial está envuelta en una profunda transformación, catalizada por la globalización y soportada por el rápido desarrollo de los Sistemas y Tecnologías de la Información, que aceleran la transmisión y uso de la información y el conocimiento. En este contexto, la proximidad geográfica parece haber perdido relevancia. Pero este hecho, en lugar de equilibrar las diferencias entre regiones, ha sido causa de exacerbación de disparidades entre éstas. Dados estos desarrollos, es obvio que no solamente las inversiones en Sistemas de Información han de ser monitorizadas adecuadamente, sino que los decisores públicos han de ser capaces de identificar las áreas científicas en el sector de las Tecnologías de la Información con mayor impacto económico y social. Es por ello que el desarrollo de herramientas para el análisis de avances en el campo de los Sistemas de Información es una prioridad científica de primer orden. Por una parte, por la relevancia del sector de los Sistemas y Tecnologías de la Información en el desarrollo de las naciones, por otra, debido al dinamismo de este sector.

En este libro se propone un enfoque prospectivo para el análisis de los desarrollos emergentes en materia de Sistemas de Información. Este enfoque puede suponer, entre otras muchas alternativas:

- Para los directivos de las organizaciones, un sistema de apoyo para la definición de la estrategia de Sistemas de Información.
- Para los decisores públicos, un instrumento para la mejora del proceso definición de políticas tecnológicas en materia de Sistemas y Tecnologías de la Información.
- A nivel de investigación, una herramienta para la identificación de áreas estratégicas de investigación y desarrollo en el campo de los Sistemas de Información.

**Colección:** Arquitectura, informática e ingeniería

**Área:** Informática.

ECO  
EDICIONES



Ra-Ma®

