

## EL ANÁLISIS PROSPECTIVO: UN RETO TECNOLÓGICO

José Miguel Castillo Chamorro

*Alumno del XIX Curso de Alta Gestión Logística*

La necesidad de conocer el futuro no es nueva, ha existido desde los orígenes de la humanidad. Lo novedoso es la tecnología aplicable que varía conforme avanza el tiempo. Aunque este problema es común en cualquier área, se requiere una solución urgente para aquellos ámbitos que presentan importantes repercusiones sociales.

En este artículo se presenta una solución para modelar las opiniones de un grupo de expertos con el objetivo de predecir los posibles escenarios futuros.

El método y las herramientas usados en este proyecto están siendo validados con estudios de casos reales por el Instituto Español de Estudios Estratégicos (IEEE).

### Introducción

Antes de enfrentarse a un escenario futuro, es aconsejable tener una idea más o menos precisa de lo que puede acontecer. Más vale estar preparado para los escenarios futuros que sufrir sus consecuencias. Una vez configurado el posible escenario futuro, debemos analizar todos los elementos o factores que intervienen con el fin de favorecer o dificultar que dicho escenario se materialice.

El objetivo de la presente investigación es obtener una tecnología aplicable (Castillo, 2009) que nos permita ser conscientes de los posibles escenarios críticos antes de que se materialicen, lo que nos permitirá analizarlos y elaborar estrategias apropiadas de mitigación de riesgos. El proyecto incluye la aplicación de una metodología específica para prever posibles escenarios futuros basada en la opinión de expertos, así como el desarrollo de Sistemas Multi-Agente (MAS) (Aarsten, 1996 y Agre, 1996) para automatizar la creación de tales escenarios.

## Modos de conocer el futuro

La necesidad de prever el futuro no es nueva. El hombre siempre ha sentido la necesidad de predecir lo que va a suceder (Martin, 1995). A día de hoy podemos resumir los diferentes métodos para prever el futuro en cuatro grupos principales: sobrenatural, hermenéutico, técnico y anticipativo.

Los hechos futuros o situaciones conocidas por revelación, profecía o incluso astrología pueden incluirse como forma sobrenatural de prever el futuro. Lamentablemente, este grupo no incluye procedimientos serios y fiables, por lo que no es aconsejable confiar en estas técnicas.

La hermenéutica está relacionada con las interacciones sociales orientadas a debatir sobre el futuro. Comentarios, situaciones utópicas e incluso ciencia ficción pueden incluirse en este grupo.

En el grupo técnico podemos encontrar modelos matemáticos que se desarrollan para extrapolar datos pasados y presentes con el objetivo de predecir resultados futuros. El estudio de tendencias permite aproximar situaciones futuras en sistemas dinámicos estables. La econometría, la demografía y la meteorología son ciencias que se pueden incluir en este grupo.

Por desgracia, los sistemas sociales no siempre se comportan de manera estable; normalmente evolucionan de manera inestable o caótica. Además, cuando una situación incluye una gran cantidad de variables diferentes y heterogéneas, la predicción técnica se vuelve compleja y difícil de manejar.

Las técnicas anticipatorias tratan de evitar el problema del uso de predicción técnica en sistemas inestables utilizando la opinión de un grupo de expertos (Bas, 1999 y Godet, 1993). La opinión del experto refleja las relaciones entre eventos o variables basadas en su experiencia personal. Las relaciones extremadamente complejas entre eventos heterogéneos son tratadas mentalmente como un todo, figura 1.

Las técnicas de predicción técnica son eficientes en la creación de escenarios futuros basados en la estabilidad de los sistemas dinámicos en los que se aplican las tendencias de los datos históricos. Sin embargo, dentro del ámbito de defensa y seguridad es difícil contar con la estabilidad de un sistema dinámico que genere escenarios basados en pautas

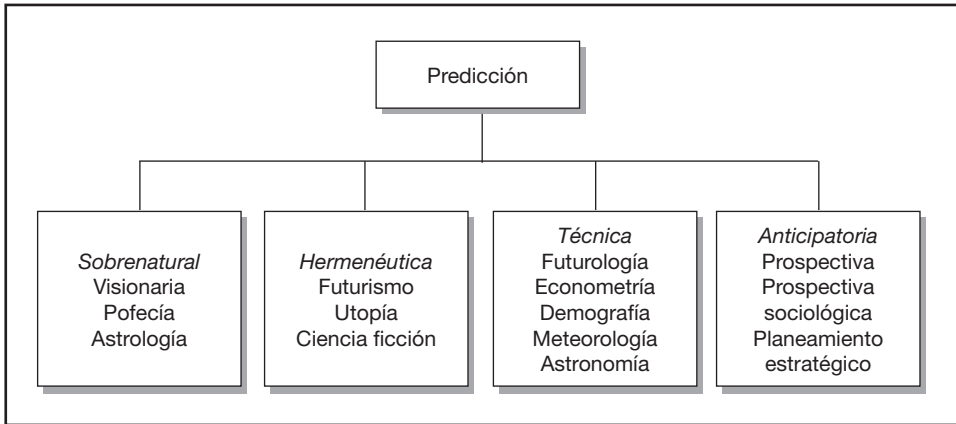


Figura 1.– Modos de conocer el futuro.

predecibles, por lo que el uso de técnicas anticipatorias se revela como el más adecuado.

### Una solución orientada a MAS

En esta sección, se presenta un nuevo enfoque de prospección del futuro basado en un sistema MAS (Much, 1999 y Durfee, 2001). El objetivo consiste en la construcción de un modelo que se enfrente al problema de modelar escenarios futuros desde una perspectiva diferente de los métodos prospectivos de estadística clásica. Por ello, utilizamos posibilidades calificadas con etiquetas lingüísticas (Zadeh, 1975) en lugar de probabilidades, el proyecto se desarrolla bajo un enfoque diferente al utilizado con los métodos clásicos, figura 2, p. 118.

A través de la metodología MECMIPLAN (Castillo, 2006) se ha construido un sistema de *software* que permite obtener resultados. Esta metodología describe los diferentes pasos y procedimientos para construir un desarrollo de *software* orientado a MAS en este tipo de dominio, figura 3, p. 119.

El conocimiento extraído del grupo de expertos será empleado para entrenar al agente clasificador. Posteriormente el agente clasificador puede ser usado para generar nuevos escenarios. De esta manera, el conocimiento del grupo de expertos se transfiere al MAS. El agente clasificador se ha desarrollado mediante procedimientos de lógica borrosa (Suge-

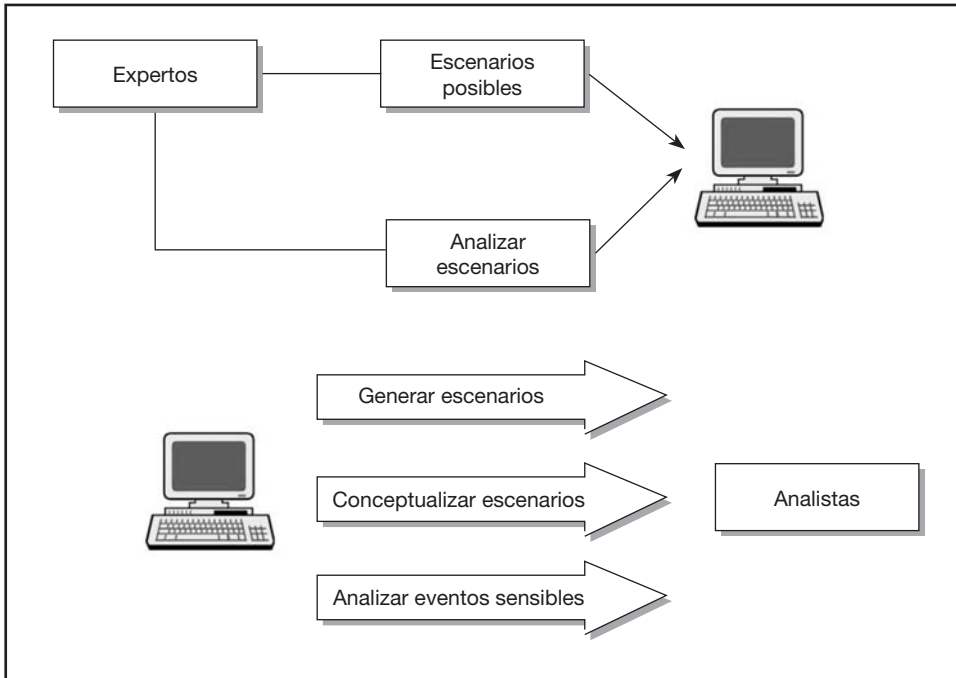


Figura 2.- *Visión general del proyecto.*

no, 1985), ya que el ser humano usualmente se expresa mediante el uso de etiquetas lingüísticas en lugar de cifras.

El segundo agente es útil para determinar qué eventos pueden ser influenciados con el fin de llegar al escenario deseado. Es posible que el escenario no coincida con nuestras expectativas. En este caso, el agente analizador se encarga de buscar los eventos que deben ser influenciados con el fin de acercarse a un escenario ideal. Para la construcción del agente analizador se utilizan procedimientos de inteligencia artificial basados en búsquedas inteligentes (Nilsson, 1998).

La figura 4, p.120, muestra el mapa de procesos que permite llevar a cabo un estudio de prospectiva. La rama superior describe los diferentes procesos que se deben desarrollar a fin de generar escenarios futuros de acuerdo con las opiniones de un grupo de expertos. En caso de querer analizar las implicaciones del escenario generado en la rama superior o para estudiar un escenario específico, debemos proceder con los procesos mostrados en la rama inferior de la figura, donde se estudia la influencia de

acontecimientos externos que no están directamente relacionados con el escenario.

### **Caso de estudio: el futuro de la Política Común de Seguridad y Defensa (PCSD) en Europa**

En esta sección se presenta un proyecto que ha sido desarrollado recientemente por el IEEE y Tecnalia (Corporación Tecnológica).

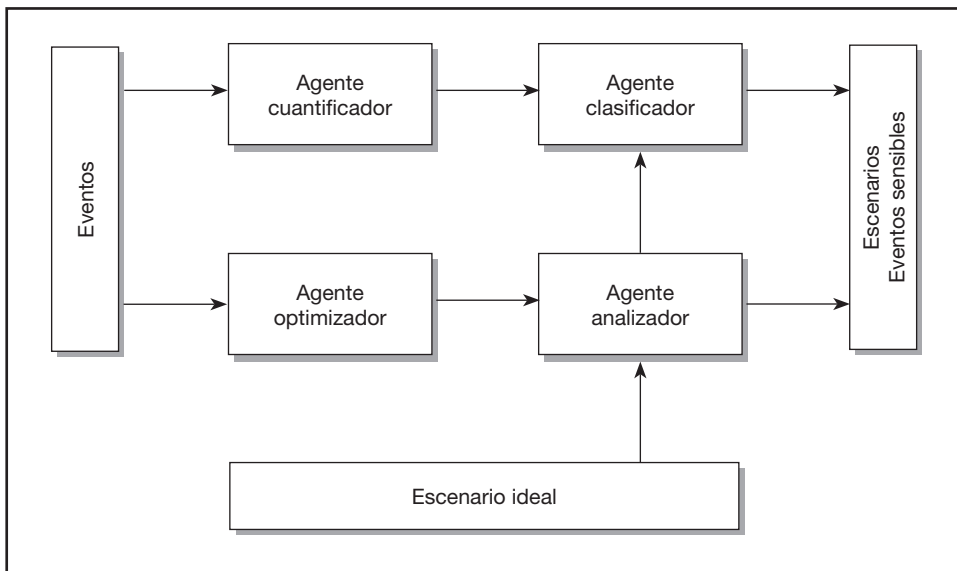
El objetivo de este ejercicio es prever el futuro de la implantación de la PCSD en el horizonte temporal del año 2020.

#### *Definición del dominio*

Un grupo de analistas del IEEE eligió el dominio en el que se desarrolla el estudio prospectivo. En este caso particular, el objetivo consiste en prever el futuro de la PCSD en el año 2020.

#### *Definición de eventos*

El mismo grupo de analistas, con la asistencia de un grupo de expertos técnicos de Tecnalia, definió los eventos generales relacionados con el



**Figura 3.**– *Modelo conceptual.*

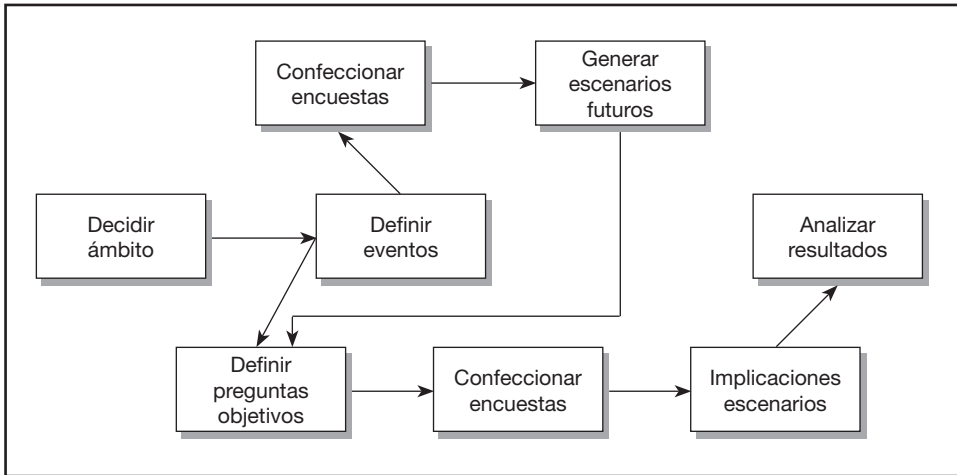


Figura 4.- Mapa de procesos.

dominio. Se eligió la lista de eventos, prestando especial atención a la independencia entre ellos. Un número de siete eventos fueron identificados, los cuales se enumeran a continuación:

- *Evento 1:* las opiniones públicas de los Estados miembros presionan a sus gobiernos para un mayor desarrollo de la PCSD.
- *Evento 2:* se racionalizan las estructuras para potenciar el planeamiento y ejecución de la misiones de la PCSD, con un empleo integrado de las capacidades civiles y militares.
- *Evento 3:* se produce un cambio en la arquitectura de seguridad euroatlántica como consecuencia de una redefinición de los papeles de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) y Unión Europea, y un cambio en la postura de actores clave como Estados Unidos y Rusia.
- *Evento 4:* la Política Exterior de Seguridad Común (PESC) se desarrolla de forma coherente de acuerdo con los instrumentos previstos en el Tratado de Lisboa.
- *Evento 5:* el Consejo Europeo decide por unanimidad la puesta en marcha de una defensa común europea, conforme a lo establecido en el artículo 27.2 del Tratado de Lisboa.
- *Evento 6:* se alcanzan los objetivos de capacidades (militares y civiles) que fije la Unión Europea para sustituir a los de 2010.
- *Evento 7:* la Unión Europea constituye unas fuerzas adecuadamente adiestradas y equipadas, y listas para ser empleadas con flexibilidad en gestión de crisis.

*Diseño de cuestionarios*

Una vez definidos el dominio y los eventos, Tecnalía diseñó los cuestionarios que deberían ser respondidos por el grupo de expertos. El número de cuestionarios no puede ser numeroso y ha de representar toda la gama de posibles escenarios.

El grupo de expertos fue elegido por el IEEE. Se seleccionaron 14 expertos en política internacional.

A fin de facilitar el proceso de extracción de conocimiento se desarrolló una página *web* para que los expertos respondieran a los cuestionarios en línea ([www.escenariosprospectiva.info](http://www.escenariosprospectiva.info)).

El número de eventos identificados por el grupo de analistas es siete. En consecuencia, el número de posibles escenarios es 128. Este número es el resultado de las diferentes combinaciones de los eventos (27). De los 128 posibles escenarios un número de 15 fue seleccionado como el más representativo de ellos. Cada experto expresó su opinión sobre la existencia de cada escenario en términos de posibilidad como «muy alto», «alto», «medio», «bajo» y «muy bajo». El cuadro 1 muestra las respuestas de los expertos a cada cuestionario. Cada columna contiene el número de respuestas con respecto a su calificación.

Es importante destacar que la mayoría de las respuestas siguen una distribución «gaussiana» en torno a un valor central.

*Generación de escenarios futuros*

El objetivo de este proceso es tratar la información de una manera lógica y formal. Por tal motivo se traducen los resultados de todos los cues-

**Cuadro 1.** — *Respuestas de los expertos.*

Respuestas	Eventos														
Muy alta	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	0	2
Alta	0	1	1	4	1	2	1	5	3	0	1	1	1	3	3
Media	0	2	1	8	8	5	2	5	7	3	2	3	2	9	6
Baja	2	6	5	0	3	5	4	4	3	1	5	4	4	2	3
Muy baja	12	4	7	0	0	1	7	0	1	10	5	5	6	0	0
TOTAL	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

tionarios a reglas lógicas. Quince cuestionarios con cinco respuestas posibles producen 75 reglas. Sin embargo, no todas las posibles reglas han sido elegidas por los expertos, sólo 59 de 75 posibles. Estas 59 reglas han sido identificadas como los principales elementos a ser tratados como parte del MAS. Es decir, estas 59 reglas serán el núcleo del agente clasificador, figura 5.

Para tratar todas estas reglas se ha desarrollado un módulo de inferencia borrosa. El cuadro 2 muestra los resultados cuantitativos de cada cuestionario. En este cuadro, la columna «Valor» expresa el resultado del módulo borroso para cada cuestionario.

Como se muestra en el cuadro, un escenario con ningún evento (Q1) tiene una muy baja posibilidad de ocurrencia. Además, un escenario en el que se producen todos los eventos (Q10) cuenta con una baja posibilidad de ocurrencia.

Para extrapolar los resultados del módulo de inferencia a los 128 cuestionarios posibles, una red neuronal es entrenada como parte del agente de clasificador. Según el modelo conceptual que se muestra en la figura 3, p. 119, cuando se presenta un conjunto de eventos como entrada del modelo obtenemos la posibilidad de producir este escenario como sali-

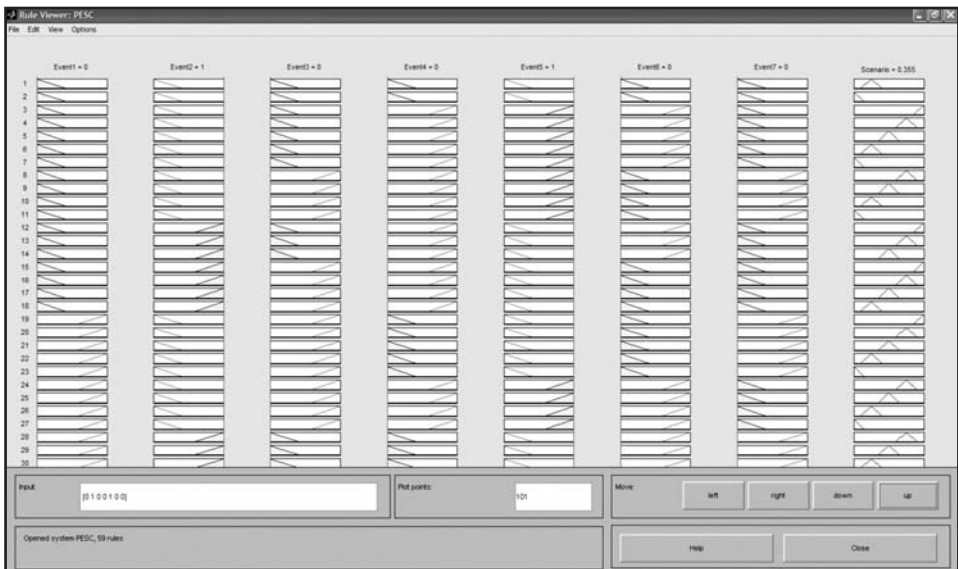


Figura 5.- Reglas generadas por los expertos.



**Cuadro 2.**— Resultados del módulo de inferencia borrosa.

Eventos	Ev1	Ev2	Ev3	Ev4	Ev5	Ev6	Ev7	Valor	Posibilidades
Q1	0	0	0	0	0	0	0	0.115	Muy baja
Q2	0	0	0	1	0	1	0	0.337	Baja
Q3	0	0	1	1	0	0	1	0.266	Baja
Q4	0	1	0	1	0	1	0	0.605	Media
Q5	0	1	1	1	0	0	0	0.498	Media
Q6	1	0	1	0	1	0	1	0.443	Media
Q7	1	0	1	1	1	1	0	0.289	Baja
Q8	1	1	0	0	1	1	1	0.519	Media
Q9	1	1	1	0	1	0	0	0.486	Media
Q10	1	1	1	1	1	1	1	0.227	Baja
Q11	0	0	0	0	0	1	1	0.335	Baja
Q12	0	1	0	0	0	0	0	0.355	Baja
Q13	1	0	0	1	1	1	0	0.326	Baja
Q14	1	1	0	1	1	1	0	0.515	Media
Q15	0	1	1	0	0	0	1	0.530	Media

da. Esta salida debe ser entendida como la respuesta dada por el grupo de expertos en su conjunto para esa entrada específica.

A través de la herramienta informática HELP se generan los escenarios con más posibilidades de ocurrir entre los 128 posibles. Se han obtenido los siguientes resultados:

- Escenarios con posibilidad muy alta: ninguno.
- Escenarios con alta posibilidad: 7.
- Escenarios con posibilidad media: 57.
- Escenarios con baja posibilidad: 56.
- Escenarios con posibilidad muy baja: 8.

Podemos deducir del cuadro 3, p. 124, de escenarios de alta posibilidad que los sucesos dos y cuatro estarán presentes en cualquiera de los escenarios más posibles. Por lo tanto, podemos afirmar que, en opinión del grupo de expertos, los acontecimientos dos y cuatro estarán presentes en el horizonte temporal del año 2020. Es decir:

- *Evento 2*: se racionalizan las estructuras para potenciar el planeamiento y ejecución de la misiones de la PCSD, con un empleo integrado de las capacidades civiles y militares.
- *Evento 4*: la PESC se desarrolla de forma coherente de acuerdo con los instrumentos previstos en el Tratado de Lisboa.

**Cuadro 3.** — Escenarios de alta posibilidad.

Escenarios	Ev1	Ev2	Ev3	Ev4	Ev5	Ev6	Ev7
Escenario 1							
Escenario 2							
Escenario 3							
Escenario 4							
Escenario 5							
Escenario 6							
Escenario 7							

### Conclusiones

En este artículo se presenta la idea de usar la Prospectiva como una herramienta útil, sencilla y aplicable en corto espacio de tiempo para prever posibles situaciones futuras especialmente de crisis o riesgo. Se han detallado los procesos para obtener información de un grupo de expertos humanos con objeto de crear posibles escenarios futuros. Un proceso similar se puede utilizar para analizar la implicación de los posibles escenarios en relación con otros escenarios no relacionados.

El uso de una tecnología que permite evitar complejos métodos estadísticos, así como el desarrollo de un prototipo de *software* que apoya el análisis de escenarios, facilita la repetición del estudio prospectivo si el escenario varía o si nuevos eventos surgen inesperadamente. Por otra parte, al comparar el presente trabajo con los métodos clásicos se pueden enumerar las siguientes ventajas:

- Un uso natural de las etiquetas lingüísticas en lugar de probabilidad para definir la posibilidad o la intensidad de los acontecimientos.
- El logro de un criterio común del grupo de expertos sin necesidad de utilizar el método Delphi (Turoff, 2009 y Dalkey, 1975).

El estudio de las implicaciones del escenario futuro a través de un análisis de los eventos que deben ser modificados con el fin de obtener un escenario ideal.

Por último, se ha puesto de manifiesto la aplicación de esta tecnología con un estudio de caso real.

### Bibliografía

- AARSTEN, A.; BRUGALI, D. and VLAD, C.: *Cooperating Among Autonomous Agents, Proceedings of the 4th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision*, Singapore, 1996.
- AGRE AND ROSENSCHEIN: *Computational Theories of Interaction and Agency*, MIT Press, 1996.
- MARTIN, B. R.: «Foresight in Science and Technology», *Technology Analysis and Strategic Management*, 7, pp.139-68, 1995.
- BAS, E.: *Prospectiva. Cómo usar el pensamiento sobre el futuro*, editorial Ariel, 1999.
- CASTILLO, J. M.: *Una solución a la planificación de operaciones para la defensa basada en agentes inteligentes*, Book, ISBN 978-84-9781-473-7, 2009.
- CASTILLO, J. M., et al.: *Strategic Planning: A new approach through MECIMPLAN. Proc. of the IAT Int. Conf.*, Honk Kong (China), 2006.
- DALKEY, N. C.: *Méthode Delphi*, Dunod, 1975.
- DURFEE, E.; COX, J. et al.: *Integrating Multiagent Coordination with Reactive Plan Execution. Proceedings of the ACM Conference on Autonomous Agents (Agents-01)*, pp. 149-150, junio de 2001.
- GODET, M.: *De l'anticipation à l'action. Manuel de prospective et de stratégie*, Dunod, 1993.
- MUCH, Richard, et al.: *Intelligent Software Agents*, Prentice Hall, 1999.
- NILSSON, Nils J.: *Artificial Intelligence: A new synthesis*, editorial Mc-Graw Hill, 1998.
- SUGENO, M.: *Industrial applications of fuzzy control*, Elsevier Science Pub. Co., 1985.
- TUROFF, M.: «The Past, Present and future of Delphi», *Futura journal*, Helsinki, 2009.
- ZADEH, L. A.: *The concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning*, Parts 1-3, Information Sciences, 1975.

## LA DEFENSA COLECTIVA EUROPEA. ¿EL COLAPSO DE UNA SUPERNOVA?

Miguel Cuartero Lorenzo  
*Capitán de corbeta*

Las principales organizaciones de defensa colectiva europea están mostrando una creciente fragilidad. Estados Unidos se desvinculan progresivamente. Los europeos adolecen de falta de liderazgo y de cohesión. Los recursos y voluntades para desarrollar la Política Común de Seguridad y Defensa (PCSD) son decrecientes, frente al auge del poder blando y la apuesta por la seguridad humana. El contexto posterior a la desaparición de Osama ben Laden y la «primavera árabe», con el caso de Libia en la vecindad de la Unión Europea, han evidenciado los defectos estructurales de una Europa mercantil que no alcanza su lugar en la escena internacional. Europa necesita una defensa colectiva creíble, de lo contrario quedará irremisiblemente a merced de los intereses de terceras potencias.

«Aunque con el colapso comienza la explosión de supernova que en últimas destruirá la estrella, el colapso es un fenómeno del núcleo exclusivamente.

La velocidad del colapso aumenta con el tiempo.»

HERNÁNDEZ VARGAS

«Estados Unidos cada vez se desentiende más de la defensa de Europa y esa circunstancia debe de conocerla y asumirla la sociedad de los diversos países europeos.

Deben saber que carecen de poder en el mundo multipolar que nos ha tocado vivir.»

ENRIQUE FOJÓN

### Introducción

En este trabajo de investigación, uno de los elementos formativos del Curso de Especialista en Seguridad y Defensa en el módulo de Organizaciones Internacionales de Seguridad y Defensa, la intención del autor es practicar