



Monografías 147
La geopolítica líquida
del siglo XXI

Escuela
Superior
de las
Fuerzas
Armadas



MINISTERIO DE DEFENSA



Monografías 147
La geopolítica líquida
del siglo XXI

Escuela
Superior
de las
Fuerzas
Armadas



MINISTERIO DE DEFENSA

CATÁLOGO GENERAL DE PUBLICACIONES OFICIALES
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Edita:



<http://publicaciones.defensa.gob.es/>

© Autores y editor, 2015

NIPO: 083-15-296-0 (edición papel)
ISBN: 978-84-9091-137-2 (edición papel)
Depósito Legal: M-34716-2015
Fecha de edición: diciembre 2015
Imprime: Imprenta Ministerio de Defensa



NIPO: 083-15-297-6 (edición libro-e)
ISBN: 978-84-9091-138-9 (edición libro-e)

Las opiniones emitidas en esta publicación son exclusiva responsabilidad de los autores de la misma.

Los derechos de explotación de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. Ninguna de las partes de la misma puede ser reproducida, almacenada ni transmitida en ninguna forma ni por medio alguno, electrónico, mecánico o de grabación, incluido fotocopias, o por cualquier otra forma, sin permiso previo, expreso y por escrito de los titulares del © Copyright.

En esta edición se ha utilizado papel 100% reciclado libre de cloro.



ÍNDICE

	<u>Página</u>
Introducción	
<i>Antonio de Oyarzabal</i>	
<i>Rafael Cabarcos</i>	
Capítulo primero	
Geoeconomía de la energía, el agua y los recursos naturales	27
<i>Eduardo Olier</i>	
Introducción	29
Globalización: geopolítica y geoeconomía	31
El desigual reparto de las materias primas	37
Geoeconomía del petróleo y el gas	41
Energía nuclear y carbón	44
La manipulación de los precios y el mercado	46
El dólar y los productos <i>commodity</i>	52
¿Existen las guerras del agua?	55
Conclusiones	60
Referencias	61
Capítulo segundo	
El mar y la seguridad de los océanos.....	65
<i>Ángel Tafalla Baldúz</i>	
Introducción	67
Espacios de conexión	67
<i>Resumen</i>	67
<i>Antecedentes históricos</i>	68
<i>Evolución de las conexiones marítimas</i>	68
<i>Los buques portacontenedores y ro-ro</i>	69
<i>Tráfico marítimo. Entidad del mismo</i>	69

	Página
<i>Cómo nos llega la energía</i>	70
<i>Cómo nos llega la información</i>	71
Los recursos marítimos	71
Resumen	71
<i>La pesca</i>	72
<i>Evolución de la pesca</i>	72
<i>Recursos minerales de los fondos marinos</i>	72
<i>Las regiones polares</i>	73
<i>La generación de electricidad</i>	74
La seguridad de los mares	74
Resumen	74
<i>El renacer de la piratería en el Índico</i>	74
<i>La reacción contra la piratería</i>	75
<i>La piratería en otras zonas</i>	77
<i>El Derecho Marítimo Internacional (DMI)</i>	78
<i>Impacto en el DMI de las reivindicaciones chinas</i>	79
<i>El despertar estratégico de Japón</i>	80
<i>Conducta marítima china. Posibilidad de otros conflictos</i>	81
<i>Otras vulnerabilidades marítimas. Las derrotas mercantes y los choke points</i>	82
<i>Vulnerabilidad de los choke points</i>	82
<i>El estrecho de Ormuz</i>	83
<i>El océano Índico y sus accesos</i>	83
<i>El canal de Panamá</i>	84
<i>Vulnerabilidad de puertos y transatlánticos</i>	84
<i>La cambiante situación del océano Ártico</i>	85
<i>Otros riesgos</i>	85
<i>La hegemonía naval norteamericana. Reacciones y limitaciones</i>	86
<i>Áreas de la hegemonía naval norteamericana</i>	86
<i>El Pacífico ¿nuevo centro estratégico mundial?</i>	87
Conclusiones	90
Resumen	90
<i>La seguridad marítima en España</i>	90
<i>Mantenimiento del alistamiento nacional contra la piratería</i>	91
<i>Factores marítimos de la política energética nacional</i>	91
<i>Recomendaciones marítimas sobre nuestra política exterior de seguridad</i>	92
 Capítulo tercero	
El medio ambiente y los fenómenos naturales: el cambio climático	93
L. E. Lázaro Touza y A. Gómez de Ágreda	
Introducción	95
<i>Medio ambiente y cambio climático: definiendo los términos</i>	95
<i>Importancia del medio ambiente: valor en sí y valor antropogénico</i>	97
<i>Del holoceno al antropoceno: la sociedad del riesgo y los límites planetarios</i>	99
Cambio climático	102
<i>Causas del cambio climático: variabilidad natural y variabilidad antropogénica</i>	103
<i>Impactos y consecuencias del cambio climático</i>	109
Medio ambiente	111
<i>Temperaturas</i>	111
<i>Aumento en el nivel del mar</i>	112
<i>Agua</i>	112

	Página
<i>Deshielo ártico y de los glaciares</i>	113
<i>Alteración de las corrientes termohalinas</i>	113
<i>Ecosistemas</i>	114
<i>Agricultura y seguridad alimentaria</i>	114
<i>Salud</i>	114
Economía	116
Sociedad: migraciones ambientales y su contexto	118
Seguridad nacional	124
La gobernanza del cambio climático: negociaciones climáticas internacionales	127
Retos y oportunidades de la transición hacia la descarbonización	133
Una mirada al futuro	134
Conclusiones	139
Referencias	141
 Capítulo Cuarto	
El espacio	151
<i>Ignacio Azqueta Ortiz</i>	
Introducción	153
Qué es el espacio	154
La carrera del espacio	156
Qué buscamos en el espacio	159
<i>Conocimiento</i>	159
<i>Comunicaciones y navegación</i>	162
Sistema global de navegación por satélite	163
<i>Las riquezas en el espacio</i>	168
El agua helada	168
Las tierras raras	169
Helio 3.....	171
Quién puede estar en el espacio	175
Las próximas misiones al espacio	176
Plataformas y lanzadores espaciales	179
Importancia del espacio para el sector de la industria y la defensa en España	183
Las leyes de la aeronáutica y del espacio	184
<i>Leyes de la aeronáutica</i>	185
<i>Leyes del espacio</i>	187
Conclusiones	188
 Capítulo quinto	
El ciberespacio y el control de las redes	191
<i>Alberto Calero</i>	
Contexto	193
Resumen ejecutivo	193
La nueva complejidad. El nuevo concepto de frontera	195
<i>Octubre de 1987. La caída de la bolsa</i>	195
<i>Atentados de Madrid del 11M al 14M de 2004</i>	196
<i>El apagón eléctrico de 2003 en Estados Unidos</i>	197
<i>La primavera árabe 2011</i>	197

	<u>Página</u>
<i>Mapa de riesgos mundiales</i>	199
<i>Gripe aviar</i>	200
El nuevo concepto de frontera. Una nueva forma de medir la cercanía y la lejanía	202
La «Ciencia de las Redes»	207
<i>Web y redes sociales</i>	208
<i>Biométrica</i>	208
<i>M2M</i>	209
<i>Generados por humanos</i>	209
<i>Grandes sistemas transaccionales</i>	209
La nueva Ciencia de las Redes	209
Estudio experimental de la complejidad	210
Las leyes de las redes	211
1. <i>Libres de escala</i>	211
2. <i>Comunidades/Cambio de fase</i>	213
3. <i>Small World. Cercanía</i>	214
4. <i>Evolución</i>	214
5. <i>Robustez y vulnerabilidad (estabilidad y debilidad)</i>	214
6. <i>Patrones y centralidad</i>	215
7. <i>Weak links o enlaces débiles</i>	215
Tecnología asociada a la Ciencia de las Redes	216
Aplicaciones actuales	218
<i>Seguridad</i>	219
<i>Marketing, ventas y marca</i>	220
<i>Mercados financieros</i>	220
<i>Desarrollo de nuevos mercados</i>	221
<i>Sanidad</i>	221
<i>Análisis de organizaciones</i>	223
<i>Telecomunicaciones</i>	223
<i>Resumen</i>	225
Red de redes: la Nube, la infraestructura básica de información global, Internet y las redes sociales	226
<i>Internet</i>	226
<i>La Nube</i>	227
<i>El WWW, las redes sociales y la mensajería instantánea</i>	229
Internet de las cosas. Reality engines	229
Realizaciones prácticas actuales de Big Data Analytics	231
<i>Reputación online</i>	232
<i>Gestión de la Nube</i>	232
<i>Identificación de la suplantación</i>	233
<i>Redes sociales dirigidas (redes sociales corporativas)</i>	234
<i>Visualización dinámica de redes</i>	235
<i>Fusión de datos</i>	235
La geopolítica líquida en términos de red	236
<i>Un caso concreto</i>	238
<i>La antipación como necesidad operativa</i>	241
<i>La nueva «Guerra Fría» en la red. La Agencia de Seguridad Nacional y sus equivalentes en Rusia y China. Multipolaridad</i>	241
<i>La NSA (National Security Agency)</i>	242
<i>FAPSI</i>	245
<i>3PLA</i>	245

	Página
El poder en términos de red	246
a) Cristalización de actitudes y estados de opinión.....	247
b) Difusión de información	247
c) Destrucción y defensa de redes	248
d) Caracterización de líderes de opinión en emergencia	248
e) Sincronías anómalas	250
f) Proceso de desafección	250
g) Reality Engines/Smart Dust. Control intensivo del entorno físico	250
h) Deep Inspection Analysis: la detección definitiva de los eventos	
en Internet.....	250
i) Una nueva escala en Big Data. El gran proyecto de extensión	
de la Nube a la mitad de la población mundial no conectada.	
La llave de la riqueza y pobreza.....	251
La gobernanza de Internet y la extensión a toda la población mundial.....	251
<i>Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN).....</i>	252
Una consideración final.....	252
Bibliografía.....	254
Composición del grupo de trabajo.....	255
Relación de Monografías del CESEDEN	257

Antonio de Oyarzabal
Rafael Cabarcos

Introducción

Se preguntaba en su último libro el exministro de Asuntos Exteriores don Josep Piqué si la vorágine a la que se suceden los acontecimientos que nos están tocando vivir corresponde simplemente a una «Era de Cambios», o si estamos protagonizando, sin apenas ser conscientes de ello, un «Cambio de Era»¹ que está dejando atrás la breve —brevísima— «Era Atómica» para adentrarnos en otro de los grandes capítulos de la historia que habríamos de llamar la «Era Digital» o la «Era de la Comunicación Global».

Y es que, cualquiera que sea la conclusión sobre el dilema que nos sugiere el título mismo de la obra del exministro, algo trascendental parece ocurrir en nuestro entorno cuando los pilares sobre los que se asienta la llamada civilización que nos identifica se diluyen y se resquebrajan, tanto en el orden político como en el plano moral.

Esta profunda transformación —que opera a escala planetaria— se produce en el marco de una formidable crisis económica que ha golpeado al *establishment* constituido, poniendo de relieve la vulnerabilidad del sistema y, en todo caso, sacando a la luz síntomas de su probable agotamiento. Cabría así preguntarse, ¿se trata de una crisis coyuntural del modelo o es el propio modelo el que está en crisis?

¹ PIQUÉ, Josep. *Un cambio de era. Un mundo en movimiento: de norte a sur y de oeste a este*. Edit. Deusto, 2013.

El ciclo recesivo en cuestión comienza en 2007, pero se produce, además, de forma solapada en el contexto del fenómeno de la globalización, una situación que se inicia con la caída del muro de Berlín y que se traduce en una homogenización, un allanamiento de las características políticas de las distintas áreas del mundo.

Finalmente, contemplamos un tercer fenómeno histórico, que se superpone a los dos anteriores, y que apunta hacia un declive de la vieja Europa. Este cambio en el papel del liderazgo secular de nuestro continente significa una «era poseuropea», y tiene su principal consecuencia en la traslación de los «ejes de poder», que progresivamente se desplazan a los países emergentes y, de forma particular, hacia potencias orientales.

En este escenario, el poder y el liderazgo político están viviendo también —como no podía ser de otro modo— cambios significativos. Por un lado, como consecuencia de la cesión de soberanía que provoca el nuevo orden económico y social se suscitan tensiones entre lo local versus lo global. Estas tensiones se traducen en la necesidad de un mayor grado de consenso en la toma de decisiones y en la incorporación de nuevos actores en el plano institucional así como en el económico y social. La acomodación a los dictados supranacionales, tanto en el orden político como en el económico y social de cada país, resta con frecuencia margen de decisión y reacción a los poderes ejecutivos tradicionales: políticas económicas, la defensa de las fronteras, asuntos exteriores o la denominada «tiranía de los mercados». En otro orden de cosas, el sometimiento a los tiempos y plazos electorales, el hecho de la «espectacularización» de la política por mor del peso de la opinión pública, la fuerza extraordinaria de los grupos de presión o la actividad de las redes sociales, por simplificar en una primera y rápida descripción un panorama de enorme complejidad e incertidumbre, son, querámoslo o no, factores determinantes en la gobernanza actual de los países.

Paralelamente, el desarrollo ingente, a todos los niveles, de las megaurbes² trae consigo un desplazamiento del peso y poder de los órganos de decisión hacia la gran ciudad, frente a las regiones que las engloban. Entre los ambiciosos desafíos que estas ciudades globales afrontan se encuentran, entre otros, desplazamientos migratorios, exclusión y desigualdad económica y social, acceso a los recursos, desarrollo de infraestructuras y aquellos que se derivan de las grandes aglomeraciones de población, tales como desempleo, delincuencia, propagación de enfermedades, precio de la vivienda, residuos y contaminación, núcleos de ex-

² Las megaurbes son ciudades globales que tienen un efecto directo y tangible en los asuntos mundiales a través del medio socioeconómico con influencia también en términos de la cultura y la política. Se diferencian de las demás metrópolis en que establecen conexión entre el territorio del país con las finanzas y la economía mundial. Estas ciudades son responsables de gran parte del flujo de personas, mercancías, informaciones y capitales en el ámbito mundial.

clusión o marginalidad, entre otros. No queremos dejar de mencionar el enorme riesgo en la seguridad nacional que representa tal acumulación de poder.

La sociedad, así como sus hábitos de comportamiento, está experimentando una evolución notable. La incertidumbre en que vivimos implica, entre otras transformaciones, el debilitamiento del sistema de seguridad y protección que representaba la familia o el progresivo abandono de la planificación en el largo plazo, en favor del desarraigo afectivo como condición imprescindible para lograr el éxito. Esta nueva «sensibilidad» exige a los individuos estar dispuestos a poder adaptar sus intereses y afectos en todo momento: se debe estar siempre bien dispuesto a cambiar de tácticas, a abandonar compromisos y lealtades. El sociólogo Zygmunt Bauman^{3 4} señala el miedo a establecer relaciones duraderas y a la fragilidad de los lazos solidarios que parecen depender solamente de los beneficios que generan. La esfera comercial lo impregna todo, las relaciones humanas se miden en términos de coste y beneficio de «liquidez» en el estricto sentido financiero.

La civilización occidental ha mostrado sus limitaciones a la hora de mantener y extender su influencia sobre las otras grandes civilizaciones, especialmente la chino-japonesa, la islámica o la hindú. Las fracturas aparecen hoy en zonas de conflicto, pero ya se ha podido observar la facilidad con la que se exportan. El orden normativo occidental está amenazado y si no hay acciones más contundentes por parte de sus enemigos es porque todavía no tienen la fuerza suficiente. Frente a los devaneos normativos e ideológicos occidentales crecen progresivamente sólidos fundamentalismos de carácter ideológico o religioso que probablemente actúen con hojas de ruta definidas.

En lo que respecta a la tradicional célula social que representa la familia, se observa que esta, está modificando su estructura. Por cada dos matrimonios que se celebran en Europa se rompe uno, justo el doble de lo que ocurría hace solo tres décadas. España, por ejemplo, es el país de la Unión Europea donde más ha crecido la ruptura familiar, un 226 por ciento desde los años noventa hasta el día de hoy⁵.

Las últimas investigaciones realizadas en Estados Unidos nos muestran la realidad del impacto que el divorcio está produciendo en la sociedad. Más del 50 por ciento de los niños norteamericanos vive en una familia «no tradicional» —monoparental, de padres divorciados o parejas del

³ BAUMAN, Zygmunt (Poznań, Polonia, 1925), es un sociólogo, filósofo y ensayista polaco de origen judío. Desarrolló el concepto de la «modernidad líquida» junto con el también sociólogo Alain Touraine, Bauman recibió el Premio Príncipe de Asturias de Comunicación y Humanidades 2010.

⁴ BAUMAN, Zygmunt, *Modernidad líquida*. Ed. Fondo de Cultura Económica, México DF 2004.

⁵ Instituto de Política Familiar: «Informe evolución de la familia en Europa 2014».

mismo sexo—. Según el *Pew Hispanic Center*, más del 42 por ciento de todos los hispanos nacidos en Estados Unidos en 2006 son hijos de madres solteras⁶. Esta vertiginosa transformación social nos hace prever cambios de mucho mayor calado que afectarán a las instituciones, los valores, los gestores políticos, las fronteras, el arte, la religión, los líderes... Todo en lo que podamos pensar vive una nueva condición de transitoriedad y transformación.

En el mundo empresarial podemos decir lo mismo. En 1980, una compañía americana que estuviera entre el 5 por ciento de las mejores de su sector no tenía más que un 10 por ciento de riesgo de perder esa posición en un plazo de cinco años. Hoy, entre las quinientas mayores empresas americanas y mundiales aparecen organizaciones que apenas existían hace una década y que desplazan a los gigantes empresariales⁷.

La confianza en la solidez de lo instituido en nuestra sociedad se está agrietando. En otras palabras, podemos decir que se está diluyendo. Intuitivamente, como asegura el reconocido periodista Lluís Bassets⁸, cabe deducir que el «mundo está creciendo en complejidad a una velocidad superior a nuestra capacidad de organizar las ideas para comprenderlo».

Tomando la definición que nos ofrece el profesor Zygmunt Bauman, nos encontramos en una nueva «modernidad líquida»⁹, una figura que trata de recoger este estado de cambio y transitoriedad permanente. Los sólidos conservan su forma y persisten en el tiempo: duran. Mientras que los líquidos son informes, adaptables, se transforman constantemente: fluyen. Una metáfora que parece apropiada para identificar un concepto de geopolítica que traslada su particular topografía a la geografía inconmensurable de los océanos, el espacio, el aire y el agua (estos como símbolos de los recursos naturales esenciales para la vida), las redes o los cambios que provoca el calentamiento global.

Recientemente, un especialista en depuración de aguas hablaba de las habituales dificultades para localizar el origen de las averías relacionadas con fugas líquidas. Su origen es siempre difícil de encontrar por la complejidad de predecir su comportamiento —la «dinámica de fluidos»— una vez que el líquido ha salido de las tuberías. Los líquidos, y en particular el agua, van buscando su camino moviéndose por la gravedad, difundiéndose en su entorno, empapándolo por ósmosis y desapareciendo por evaporación. El agua puede oxidar lo que toca y puede deshacer aquello con lo que se mezcle. Es invisible, incolora, inodora e insípida, como nos

⁶ Pew Hispanic Center, *Statistical Portrait of Hispanics in the United States*, 2006, Tabla 11.

⁷ NAÍM, Moisés. *El fin del poder*, Editorial Debate, 1.ª edición, 2013.

⁸ BASSETS, Lluís. La industria de las ideas políticas. Artículo publicado en el diario *El País*, 25 de enero del 2015.

⁹ BAUMAN, Zygmunt. Obra citada.

enseñaron en el colegio y, al mismo tiempo, puede abrazar íntimamente los objetos que sumerge adaptándose a la forma de los mismos. Muchas veces podemos deducir estructuras escondidas —que no vemos— por su comportamiento observado de forma indirecta, o podemos también ver remolinos y espuma transitoria como manifestaciones de la rápida adaptación a un nuevo cauce.

Esta descripción nos lleva a pensar en la complejidad del mundo actual, en la similitud de estas características con los fenómenos sociales y políticos de la actualidad. Entender hoy el mundo, igual que entender las averías hidráulicas, exige comprender las nuevas dinámicas de comportamiento y alcance de la sociedad, que tienen mucho que ver con las características del agua mencionadas. Las personas, las opiniones, la información, la influencia de unas sobre otras, la velocidad de difusión, la transformación de los actores que intervienen... todo ello forma parte de un flujo incesante, sin parangón en el pasado, y que se debate continuamente en la búsqueda de manifestaciones sólidas y tangibles (una opinión, un voto, una decisión).

Siguiendo con el símil de las fugas de agua y su difícil detectabilidad, el experto hablaba de las habilidades que un profesional en la materia desarrolla para identificar averías, así como las herramientas al uso para asegurar un control sobre las mismas. De igual forma, las nuevas tecnologías de la información están transformando la manera de ver este mundo de «información líquida» permitiendo «navegar» en este nuevo universo con un destino concreto y con acciones certeras que eviten la deriva de ser superado por los «elementos» y, muy al contrario, anticipándose en gran medida a ellos.

Todo semeja disolverse, licuarse como un magma volcánico ígneo que nadie conoce en estos momentos cómo acabará tomando forma en un nuevo cuerpo sólido. De ahí que en esta publicación conjunta que ponemos en sus manos hayamos afrontado el reto que siempre supone entrever a través de la niebla lo que nos deparará el futuro —más si cabe en la presente coyuntura— desde perspectivas que se alejan de parámetros conocidos en sus límites o fronteras, para analizarlos desde una óptica global y transversal como corresponde a temáticas universales que a todos nos conciernen.

No se trata, pues, de responder a la pregunta de si el mundo que nos espera será unipolar, bipolar o multipolar; o si la rivalidad hoy existente entre potencias o credos se resolverá en beneficio de este o de aquel «hegemón» militar o económico. Se trataría más bien de analizar cómo la humanidad del presente encara retos que comprometen gravemente hasta nuestra propia supervivencia y cómo de resultas de estos esfuerzos quedará esbozado el mundo del porvenir. Cómo, en una palabra, controlarán la escena fuerzas o potencias cuyo dominio de la correspondiente tecnología o la disponibilidad de recursos escasos les permitirá dictar

su credo y voluntad a los demás, sean estas naciones o entidades supra o extranacionales.

Hemos escogido para este análisis global cinco temas —entre otros muchos posibles—, para obtener una panorámica estratégica de estos que consideramos «retos transversales», y que abarcan un amplio espectro de cuestiones fundamentales para entender qué está ocurriendo en nuestro alrededor.

1. El agua y los recursos naturales (incluidas las fuentes de energía, como los hidrocarburos), su escasez y sus posibles alternativas. Firma el trabajo don Eduardo Olier, presidente del Instituto Choiseul España. Su amplia visión fija la mirada, no solo en la problemática de las reservas de materias primas, en los conflictos latentes y actuales de los recursos hidráulicos, en los suministros de fuentes de energía como los hidrocarburos... sino, también, en la interrelación cada vez más patente de los conceptos de geopolítica y geoeconomía. ¿Es el «poder blando» de la supremacía económica o comercial el factor determinante para imponerse en el mundo actual o es el «poder duro» de los medios de fuerza tradicionales los que vuelven a marcar su ley, como parecen querer demostrar las políticas expansionistas de Moscú y, en cierta medida, de Beijing? Más bien lo que parece más plausible es una combinación de ambos conceptos, como una expresión más de la fluidez y movilidad con que se mueven las relaciones internacionales de nuestros días.
2. El mar y el control de los océanos, como garantía de suministros vitales a nuestras sociedades, por el almirante don Ángel Tafalla. En este capítulo se analiza la vulnerabilidad de las rutas comerciales y la relevancia que tienen los oleoductos, gaseoductos o las estratégicas redes de conectividad marítimas. La influencia y el control del mar, no solo en el plano comercial, subrayan su importancia como elemento estratégico esencial en la política de defensa de cada país. El autor también se refiere a la protección de infraestructuras marítimas y el refuerzo de la legitimación de organismos supranacionales como entidades garantes en la resolución de conflictos en aguas territoriales.
El geógrafo y almirante estadounidense Alfred Thayer Mahan postulaba la importancia estratégica del dominio naval como clave para la dominación mundial y señalaba que «quien domine el mar domina el comercio mundial; quien domine el comercio mundial, domina el mundo».
3. El medio ambiente y los fenómenos naturales: el cambio climático. Un trabajo elaborado por la doctora doña Lara Lázaro y el teniente coronel del Ejército del Aire don Ángel Gómez de Ágreda. Los autores analizan el cambio climático y sus consecuencias. Desde una perspectiva crítica señalan que pese a la ineficacia de los acuerdos

internacionales son estos la única solución para alcanzar un marco de cooperación efectivo en esta materia.

El cambio climático se caracteriza por su potencial de iniciar o exacerbar conflictos, por la incertidumbre relativa a cuándo se dejarán sentir los efectos del mismo y por la magnitud planetaria de dichos efectos. La futura gobernanza del cambio climático pasará, si las previsiones se cumplen, por la confluencia de un enfoque *bottom-up* en el que cada país actúe según sus posibilidades, y una coordinación *top-down* que evite una interferencia peligrosa con el sistema climático, quizás con el apoyo de coaliciones de países más avanzados en la lucha contra el cambio climático, los llamados «clubs climáticos». «Un problema global con graves dimensiones ambientales, sociales, económicas, distributivas y políticas, y plantea uno de los principales desafíos actuales para la humanidad», tal como afirma el Papa Francisco en la encíclica *Laudato Si'*¹⁰.

4. El espacio, ese inmenso mundo donde tiene lugar desde hace años una «carrera» tecnológica y militar, tensa y, sin embargo, tan pródiga en avances científicos que a todos benefician. El teniente general del Ejército del Aire don Ignacio Azqueta, actual director general del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) toma como punto de partida el conocimiento actual que existe sobre el espacio y lo que se busca en él. En su análisis, incorpora quiénes están desarrollando programas espaciales y con qué objetivos, así como la problemática legal que de ello se deriva.
5. El último capítulo se centra en el ciberespacio y el control de las redes, trabajo que firma don Alberto Calero, presidente ejecutivo de *AJEngineering*. El autor nos da una visión de cómo está cambiando el mundo de influencias, el poder, el alcance, incluso las mismas fronteras, a través de las tecnologías de la información y de las telecomunicaciones en «la nube», Internet, las redes sociales y las herramientas de colaboración de que disponemos. Se nos presenta un mundo nuevo donde la realidad muchas veces subyace debajo de lo visible y donde todo está inmerso, no quedando fuera ya casi ningún aspecto del mundo actual. Las nuevas tecnologías que sustentan esta realidad sirven a su vez para verla y comprenderla y para anticipar los acontecimientos que se van gestando de forma inadvertida para el observador tradicional. Se describen así nuevos elementos fundamentales a la hora de plasmar el poder, la influencia y el alcance geopolítico del siglo XXI.

Estos grandes retos del futuro pueden llegar a condicionar nuestro nivel de desarrollo y de bienestar social, poner en riesgo nuestro modo de vida tal como hoy lo conocemos, pero, de otra parte, constituyen oportuni-

¹⁰ Carta encíclica *Laudato si'* del Santo Padre Francisco sobre el cuidado de la casa común. Capítulo I, aptdo.1 punto 25 de fecha 24 de mayo de 2015.

des perfectamente asimilables que, identificados, analizados y tratados en su justa medida están al alcance de nuestra tecnología y medios actuales. Como en el caso ya citado de los efectos benéficos que a todos ha traído la llamada «carrera espacial» —de motivación básicamente militar pero hoy día clave para atender las necesidades globales de comunicación de toda la sociedad civil—, el esfuerzo coordinado de nuestras comunidades tecnológicas sería, muy probablemente, la llave para abrir prometedores horizontes de progreso a futuras generaciones de la humanidad. Es, pues, de suma importancia considerar las conclusiones que se puedan extraer de los cinco análisis como una óptima oportunidad para aportar nuevas ideas y, en todo caso, para ser consideradas como punto de partida de desarrollos posteriores que ayuden a nuevas reflexiones e iniciativas.

En ningún caso se parte de cero. Al contrario, son muchos los avances ya logrados y mucha la dedicación que comunidades científicas y organizaciones internacionales han prestado y prestan a estos desafíos. Se trataría, pues, no tanto de incidir sobre conocimientos ya ampliamente desarrollados, sino de abrir debates, movilizar las opiniones públicas de nuestros países en torno a los grandes temas del momento —que día a día se vuelven más acuciantes—, y garantizar así el apoyo, la comprensión y hasta la implicación de gobernantes y gobernados en su adecuado tratamiento. En definitiva, de hacer a todos conscientes de la magnitud e importancia de cuanto está en juego.

La «modernidad líquida» que engloba y define estos cinco retos transversales justifica ciertamente la urgencia y oportunidad de su análisis, la disección de sus implicaciones en la cambiante geoeconomía de nuestros días y de esta a su vez en la geopolítica del presente y del futuro.

En una de sus últimas publicaciones —y lo citamos solo a los efectos de subrayar la importancia del análisis geoeconómico para comprender sus implicaciones geopolíticas— uno de los más prestigiosos *think tanks* alemanes, el *Stiftung Wissenschaft und Politik*¹¹, concluía un detallado análisis de la actual crisis del petróleo con una llamada de atención a las autoridades de su país para que abandonen la actitud de aparente lejanía y hasta indiferencia con que observan el tema capital de la protección de las rutas marítimas por las que se abastece Alemania de los hidrocarburos de Oriente Medio. Ante una eventual reducción del despliegue naval norteamericano, el Instituto alemán se atrevía incluso a alentar una decidida política de rearme y despliegue de flotas nacionales propias —con todas las consecuencias— por mares lejanos como el Índico, ciertamente un notabilísimo giro copernicano en la actitud neutralista y retraída que hasta ahora ha caracterizado a la política exterior y militar de Berlín.

¹¹ German Institute for International and Security Affairs, www.swp-berlin.org/en/start-en.html

Y si del Oriente Medio volvemos la mirada al área del Pacífico, es notorio el paulatino y acelerado cambio que vive la geoeconomía de la zona. No hace tantos años —desde el fin de la Segunda Guerra Mundial— el comercio exterior de aquellos países (excluidos los del ámbito e ideología comunista) tenía como foco principal de intercambios a Estados Unidos, un cuasi monopolio que se extendía a la dolarización en primacía de sus respectivas políticas fiscales. Para Australia, Nueva Zelanda, Japón, Filipinas o Perú, por citar solo algunos casos, Norteamérica, era, de hecho, el polo dominante en lo económico, como extensión de su predominio político y naval. Hoy, un rápido repaso a las estadísticas de las balanzas comerciales de la ristra de países del Pacífico nos muestra que más de la mitad de sus intercambios comerciales y financieros se realizan con China, que sustituye así inequívocamente a Estados Unidos como socio preferente de sus economías.

En una reciente publicación del *Belfer Center* de la Universidad de Harvard de abril de 2014, el antiguo primer ministro de Australia y reconocido sinólogo Mr. Kevin Rudd comenzaba por señalar que, de ser ciertas las últimas estadísticas sobre el PIB de las grandes potencias mundiales, China habría sobrepasado ya a Estados Unidos en monto global. Lo cual significaría que, por vez primera desde el reinado de Jorge III de Inglaterra, un país no occidental, no angloparlante, no liberal democrático, se habría convertido en la primera economía mundial.

Por supuesto esta transferencia de intereses económicos desde Norteamérica a China no deja de tener consecuencias en las interpretaciones geopolíticas que se hacen de la zona cara al futuro. En absoluto podemos comparar el caso americano con el caso europeo, ya que no estamos ante un caso de una era posamérica. Lo que el presidente Obama denomina como *strategic restraint* no significa un aislacionismo, simplemente es una priorización de sus objetivos debido a la presión presupuestaria. No obstante, la pregunta se hace inevitable: ¿Asistimos a una pérdida de influencia norteamericana que se traduce en un desplazamiento del «eje del poder» mundial hacia Asia?

No parece tan contundente el diagnóstico si por un momento centramos la atención en el predominio militar norteamericano a nivel mundial —sus presupuestos de Defensa doblan el de las cinco potencias siguientes— y, sobre todo, en el dominio naval de Estados Unidos en el mismo océano Pacífico, esos mares que envuelven a China, que se hacen más y más indispensables para su desarrollo económico, para el suministro de materias primas y para sus exportaciones, tan vitales con vistas a mantener su impulso expansivo. Porque el control de esos mares oceánicos está hoy —y en un futuro previsible— firmemente bajo control de la *US Navy* y sus distintas flotas.

China siente el dogal que le supone esta realidad estratégica de «poder duro» y bajo el poético apelativo de «Ruta de la Seda» lanza el gran pro-

yecto de enlazar por ferrocarril sus centros productivos continentales con Europa a través de los *stanes* de Turquía y de Grecia (el eje central tendría además uno o varios ramales hacia puertos en el Índico —todavía por definir—, siempre con el claro objetivo de eludir el *choke point* de los estrechos de Malaca). Para ello, ya ha creado los instrumentos financieros de carácter nacional e internacional para, entre otros magnos objetivos mundiales, construir este eje ferroviario llamado a romper un eventual cerco marítimo.

El reciente acuerdo TTP firmado entre Estados Unidos y once países más del área del Pacífico completaría esta estrategia estadounidense de cerco a China, «La iniciativa de Washington» —como parte del que llamaríamos «Legado Obama» en esta su última etapa en la Casa Blanca, y que complementa sus otros dos grandes logros en política exterior, los acuerdos con Cuba y con Irán— va claramente dirigida a recuperar terreno ante la creciente presión económica y comercial de China en la zona. De momento son solo doce firmantes —aunque la puerta queda abierta a futuras adhesiones—, pero son países significativos en cuanto comprenden tradicionales y potentes aliados comerciales como Japón (posible iniciador de toda la operación), Australia, Nueva Zelanda, cuatro iberoamericanos, como Chile, Perú, Colombia y México; algunos «emergentes», como Malasia; y hasta un Vietnam, el enemigo por antonomasia de hace unas décadas y que ahora es víctima de la «política del salami» practicada por China en sus fronteras y en sus mares aledaños.

No es ni mucho menos la sola iniciativa geoeconómica en la zona con visos geopolíticos. Allí siguen su curso entre otros el Tratado del Pacífico entre varios países de Iberoamérica —en el que España tiene estatus de observador—, los antiguos proyectos patrocinados por la ASEAN y, sobre todo, el intento chino de contrarrestar el TTP con el llamado FTAAP, que reuniría en torno a Pekín a numerosos socios comerciales vecinos impresionados con el *tsunami* de productos chinos que invaden sus respectivos mercados interiores. Todas ofrecen ventajas de «libre comercio», supresión de tarifas aduaneras y otras ventajas preferenciales, pero todos responden a un mismo criterio contrapuesto de una «gran área de influencia» de intencionalidad pseudopolítica.

Con la Unión Europea, Estados Unidos negocia también otro acuerdo-marco similar, el TTIP, que más que «tarifas arancelarias» —apenas existentes—, intenta eliminar barreras de orden reglamentario, tales como regulaciones fitosanitarias, normas de protección intelectual o «compras de Estado», que aún impiden el flujo libre de mercancías y capitales entre las dos orillas del Atlántico. Sumado al TTP, este probable convenio extendería y consagraría a ambos lados de Norteamérica un inmenso «Mercado Libre», con exclusión de Rusia y China, en lo que podría interpretarse como una nueva versión en «po-

der blando» de lo que se conocía como «Mundo Occidental» durante los años de la Guerra Fría.

¿Y cómo esta «modernidad líquida», cómo los cinco retos transversales de carácter global, condicionan a Europa? Si tenemos en cuenta el rol civilizador que ha jugado el viejo continente en el pasado, podemos decir con toda propiedad que debe seguir comprometido a mantenerse como un gran «faro de influencia» a nivel mundial en una era que algunos pensadores llaman ya, como hemos observado, era «posuropea». Solo en términos de población, Europa cuenta ahora con algo menos del 10 por ciento de la población mundial (en el año 2050 se calcula que será apenas un 7 por ciento). A comienzos del siglo pasado nuestro continente representaba el 25 por ciento de esta cifra global, y a mediados de siglo todavía un 20 por ciento era europeo. Asia, mientras, cuenta ahora con el 60 por ciento de todos los habitantes de la Tierra, mientras que África se acerca a los 1.000 millones de seres, tanto como la suma de América y Europa. En 2050, la población europea estará totalmente envejecida ya que un 28 por ciento tendrá más de sesenta y cinco años. Anualmente, nace 1.000.000 de niños menos que hace veinticinco años. En 2012, doce países de la UE28 han tenido un crecimiento natural negativo. En la actualidad, el crecimiento proviene de la inmigración.

Ante esta realidad, ¿está realmente el continente en condiciones de aspirar al liderazgo en alguno de los temas vitales que aquí se plantean? A la vista de nuestras endémicas dificultades económicas, ¿somos aún capaces de mantener una participación activa en la «carrera del espacio», por ejemplo?; o ¿queremos aún mantener un papel determinante en el control de los mares, como reclama el SWP alemán; o en el dominio de la cibertecnología punta; o en la lucha contra el calentamiento global y la defensa del medio ambiente y la sostenibilidad del planeta?

Es justo reconocer que la Unión Europea hace esfuerzos muy notables por mantenernos en los respectivos grupos de cabeza científicos y tecnológicos a nivel mundial, pero no es menos cierto que la irrupción reciente de potencias como China o la India en el cómputo de las naciones más comprometidas con la investigación y el desarrollo nos hace perder en apariencia posiciones y dejar que impere, al menos esa es la impresión, de aquel fatídico «que inventen ellos».

De hecho, Europa sigue disponiendo de un magnífico nivel científico, de grandes laboratorios donde proliferan los más destacados investigadores en un amplio espectro del conocimiento, pero la voluntad política de invertir, de luchar por ser determinantes en los grandes retos del futuro, parece flaquear por momentos. Tomemos como ejemplo del gran reto de la sostenibilidad el caso de África, el continente donde apuntan las estadísticas y los expertos como el más promisorio del futuro inmediato. Allí ha dominado Europa durante siglos de colonizaciones —no siempre modélicas—; de allí soportamos una de las presiones demográficas más

notables y graves del universo actual (que ni siquiera como organización conjunta sabemos cómo encarar); de allí proceden la mayoría de los recursos naturales que alimentan nuestras industrias y nuestras poblaciones. Y, sin embargo, allí es la lejana China la que más activa y decidida se muestra frente a una burocrática y lánguida rutina, a un interés de espectador indiferente que caracteriza muchas veces las tardías reacciones europeas ante los acontecimientos que se producen.

Mientras las autoridades de Bruselas —y nuestros propios países— regatean hasta el céntimo cualquier trato de favor que aquellos pueblos nos reclaman, China no duda ni un minuto en conceder cuantiosos créditos para obtener las contrapartidas que requieren sus niveles de producción industrial y tecnológico. En una conferencia en el Real Instituto Elcano de Madrid, el ministro de Exteriores de Angola —país con un notable índice de crecimiento— mostraba precisamente su asombro por las dificultades y reticencias que desplegaban las instituciones comunitarias a la hora de otorgar apoyo financiero a proyectos de infraestructura en su país, frente a la decidida y generosa actitud del gigante asiático. Se nos dirá que, sumados a lo largo de los años, las cantidades invertidas en «cooperación para el desarrollo» por las comunidades europeas en África —a través principalmente de los convenios de Lomé—, son ingentes. Pero algo hemos debido hacer mal cuando todavía cientos de miles de africanos no encuentran otro rayo de esperanza a su futuro personal que huir de allí, abalanzarse hacia Europa, aun conscientes de que les espera probablemente la mendicidad en las calles de nuestras ciudades.

Las cifras son agobiantes: a final de año serán medio millón los «desesperados» del continente que habrán llegado a nuestras costas e islas durante 2015. Y 3.500 los que pueden haberse ahogado en el Mediterráneo. No hay legislación ni «frontera de papeles» que contenga esta creciente marea, no hay manos suficientes para rescatar del agua a los miles que a diario se acercan, hacinados en barcos de goma o madera, a países como Italia o Grecia, para, por la vía de los hechos consumados, acogerse más a la caridad de las autoridades locales que a cualquier derecho de asilo. Es por su volumen, por su identificación con un *tsunami* humano, que este fenómeno migratorio ha sorprendido a Europa, sin diques que permitan encauzarlo y asumirlo en un cierto orden que mantenga en pie la idea misma de frontera común.

A esta marea de inmigrantes por causas económicas y sociales hemos de sumar otra desconcertante y súbita invasión de refugiados políticos procedentes de las guerras de religión de Oriente Medio, también en números que rondarán a final de año otro medio millón de seres humanos en huida desesperada de víctimas inocentes.

Europa se ve desbordada, enfrentada al gran problema anunciado de la «liquidez» de los asientos humanos, de los desplazamientos de masas de un continente a otro, o de los medios rurales a las megaurbes del pre-

sente y del futuro inmediato. Es una moneda de dos caras. De una parte, por su carácter súbito e incontrolado que arrasa con normas y controles fronterizos, es un impacto grave a los equilibrios precarios de sociedades y países que aún se debaten con las consecuencias laborales de la crisis financiera más profunda de las últimas décadas. Pero, por otra, debidamente asimilado a lo largo de años, es un fenómeno migratorio cuyas consecuencias para los países de acogida se ha demostrado sumamente beneficiosos en su desarrollo futuro. Ahí están las más prósperas y avanzadas sociedades de nuestros días, los *melting pots* de Estados Unidos, Canadá o Australia, que viven hoy las consecuencias benéficas de sucesivas oleadas de familias emigrantes desde Europa o Asia en los pasados siglos, ya hoy plenamente adaptadas a sus nuevos entornos y en donde constituyen la parte más dinámica de sus respectivas sociedades. Solo han necesitado tiempo. No hace falta insistir en este sentido que Europa sufre hoy de un envejecimiento acelerado de sus poblaciones, donde por tanto un flujo de «sangre nueva» aportaría la necesaria vitalidad creadora que nos falta.

En nuestro descargo y como hemos señalado Europa lleva tiempo intentando poner soluciones prácticas al problema de la llegada de inmigrantes africanos mediante la promoción de las economías locales y la creación de puestos de trabajo que les evite la acuciante necesidad de buscar un futuro allende sus fronteras. Pero la incompetencia y, sobre todo, la corrupción han engullido una gran parte de los fondos entregados a aquellos Gobiernos.

Lo que muchas veces han reclamado los responsables africanos no es tanto mayores «créditos concesionales o subvenciones a fondo perdido», sino recuperar las facilidades comerciales de cuando eran colonias de las potencias europeas. Y son esas normas —estrictamente aduaneras— las que más tenazmente les hemos negado (en una de las interminables sesiones nocturnas de negociación para renovar los convenios de Lomé durante una de las presidencias españolas de las comunidades, el delegado de Senegal recordaba lo que les costaba importar durante la época colonial francesa un vehículo utilitario de la metrópoli: unos cientos de kilos de mijo, frente a las decenas de miles que un coche similar les supone ahora, a pesar de las supuestas facilidades que les otorgan los convenios en cuestión. No reclamaba por eso mayores «ayudas económicas» ni «transferencias monetarias», solo una simple vuelta a las condiciones aduaneras anteriores a la independencia).

Esta inmensa extensión territorial a las puertas de nuestro propio continente —que ofrece las mejores perspectivas de crecimiento— aparece ante nuestros ojos como un campo de cultivo propicio, donde pasar de las palabras a los hechos, donde aplicar las reglas de sostenibilidad y protección del medio ambiente que elaboramos y propagamos nosotros mismos. Porque África, con sus gigantescas reservas materiales y huma-

nas, es capaz de cubrir todas nuestras necesidades de futuro si sabemos encauzarlas debidamente, si dedicamos a su preservación y desarrollo sostenible el cúmulo de conocimientos logrados en nuestros campus y laboratorios. El reto bien merece la pena.

Hemos puesto —con razón— nuestras mejores esperanzas de futuro en la hoy llamada Unión Europea, conscientes de que solo la suma de sus sofisticados miembros nos permitirá seguir codeándonos con las otras grandes potencias del ahora o del mañana, muy especialmente en el ámbito científico y tecnológico. Pero no podemos olvidar que somos un conjunto de sociedades en proceso de envejecimiento demográfico acelerado, sin apenas recursos propios, y que hemos vivido siglos de predominio universal gracias a ricas posesiones ultramarinas con abundantes reservas minerales y agrícolas, así como también con poblaciones humanas capaces de suplir la mano de obra local cuando esta comenzaba a escasear en las respectivas metrópolis.

Esta situación sería en cierto modo comparable al caso de Japón, un pequeño archipiélago superpoblado, de características étnicas uniformes, encerrado en sí mismo durante siglos por sus exclusivas y excluyentes políticas demográficas, y que ahora se ve abocado también a un proceso de rápido envejecimiento, sin recursos naturales propios, pero que, a pesar de estas condiciones negativas —o precisamente por ellas— ha mantenido un envidiable nivel de prosperidad y bienestar por la decidida voluntad y empeño de su pueblo en apostar por un desarrollo tecnológico e industrial espectaculares, basados en la inventiva y la capacidad de trabajo de sus gentes, en una permanente política de inversiones en I+D+i, en ciencia, tecnología e industrias punteras.

Como colofón para una Europa demográficamente tocada y desprovista, asimismo, de riquezas propias, nada nos debería impedir seguir en la senda del alto desarrollo japonés si ya contamos con las comunidades científicas adecuadas, siempre que no se diluya la voluntad de apoyo y ayuda a las investigaciones más avanzadas.

Tenemos, además, ante nosotros la oportunidad única que nos ofrece Estados Unidos de firmar ese acuerdo —comercial pero no solo tarifario— que allane de una vez por todas las barreras tecnológicas y aduaneras que aún interfieren y condicionan nuestros intercambios de bienes y capitales. Este proyecto de convenio el ya citado Tratado Transatlántico de Comercio e Inversión entre la UE y Estados Unidos (TTIP en su siglas en inglés), sería equiparable en lo económico a lo que en su día representó para Europa el Pacto Atlántico en el plano militar: una alianza, un lazo firme entre las dos orillas del océano que garantice mutuamente nuestro papel de futuro en el comercio y en la tecnología mundiales (si a esta gran área de influencia de Estados Unidos en occidente, se une la posibilidad de firmar otro acuerdo similar llamado TTP con varios países del área del Pacífico, el resultado sería una enorme zona de estrecha

colaboración económica y política a ambos lados de la nación americana. Curiosamente, si el TTIP excluye a Rusia, el TTP deja fuera a China).

Concluimos estas primeras reflexiones haciéndonos eco de las palabras del expresidente de Uruguay, Julio María Sanguinetti, cuando decía que «el futuro no es lo que era». En este contexto, que hemos apenas esbozado, no podemos permitirnos que la velocidad de la transformación del mundo afecte a nuestra perspectiva y, es en este sentido que resulta de sumo interés aportar una nueva, comprometida y sugerente visión desde una mirada a la geopolítica líquida que ofrecen estos cinco estudios.

Geoconomía de la energía, el agua y los recursos naturales

Eduardo Olier

Capítulo primero

Resumen

Sin recursos energéticos no es factible el desarrollo económico. La energía es esencial para la actividad industrial, el transporte e, incluso, la vida diaria. Sin embargo, las materias primas energéticas, en especial el petróleo y el gas natural, están muy desigualmente repartidas, concentrándose en zonas muy concretas de la geografía mundial. Esta circunstancia hace que tales materias primas sean el origen de conflictos geopolíticos que, enmarcados en la economía global, se convierten en conflictos geoeconómicos. Lo cual sucede igualmente con otras materias primas donde hay que incluir el agua, fuente igualmente de problemas de esta índole.

Abstract

Economic development will not be possible without energy resources. Energy is essential for industry, transport, as well as for sustaining daily life. However, energy commodities, particularly oil and gas, are unevenly distributed, being highly concentrated in specific geographic areas. This circumstance made those raw materials the origin of geopolitical conflicts, which transform into geo-economic issues when considered globally. The same apply to other elements, including water, which is the source of the same kind of issues.

Palabras clave

Energía, petróleo, gas, energía nuclear, carbón, guerras del agua, globalización, geopolítica, geoeconomía, materias primas.

Key words

Energy, oil, gas, nuclear energy, coal, water wars, globalization, geopolitics, geoeconomics, raw materials.

Introducción

Aunque originalmente el término geopolítica se debe al politólogo sueco Rudolf Kjellen¹, que la formuló en 1899, suele atribuirse su paternidad al geógrafo alemán Friedrich Ratzel. No en vano, Kjellen trabajó con las ideas de Ratzel² y el maestro de este, Karl Ritter. Para Kjellen la geografía crea unos estrechos vínculos entre las comunidades humanas que las habitan y el entorno en el que viven. Una circunstancia que este pensador aplicó a la idea de que la historia no es una caótica sucesión de hechos más o menos relacionados, sino que viene influida por sucesos geopolíticos. En este contexto, Kjellen, siguiendo a Ratzel, decía que los Estados son cuerpos orgánicos que se desarrollan, crecen y mueren de la forma que lo hacen los pueblos que los habitan. Una visión muy alemana que, contrariamente al sentir de muchos pensadores franceses o ingleses, consideran el valor supremo del pueblo como entidad política, mientras que anglosajones y franceses sitúan al individuo en el centro de la realidad histórica.

Con la desaparición de los dos bloques terminada la Guerra Fría las reivindicaciones geopolíticas se han situado en la confluencia de lo económico con lo político. Un hecho que, después de los ataques a las «Torres Gemelas» de Nueva York en 2001, ha venido a demostrar la multipolaridad del mundo actual, donde poder político y poder económico están estrechamente conectados. Un nuevo contexto, diferente a otras situaciones históricas anteriores, que no se explica suficientemente ni por consideraciones de geografía política, ni simplemente por intereses de poder. Básicamente, porque en este «nuevo orden geopolítico» salen a escena cinco elementos de fuerte impacto económico:

1. Un imparable progreso tecnológico, según el cual el hombre pasa de luchar contra el entorno físico a influir determinantemente sobre él.
2. Una nueva situación, según la cual el dominio económico ya no depende del tamaño del territorio o del número de habitantes hábiles para la guerra, sino, al contrario, de la capacidad tecnológica, el poder financiero o de los recursos naturales estratégicos que se poseen.
3. Un nuevo orden político, según el cual las decisiones de los organismos internacionales, unidas a la diseminación global de la información, evitan que se consoliden las acciones de fuerza de unos países sobre otros.

¹ PARKER, G. *Western Geopolitical Thought in the Twentieth Century*. Routledge. Oxon. 1985.

² RATZEL, F. *The History of Mankind*, 1898. Libro digitalizado. <https://archive.org/details/historyofmankind03ratzuoft>

4. La desaparición de las fronteras como elemento contenedor de acciones de fuerza política o económica, tal como demostraron los ataques terroristas del 11S de 2001 en Nueva York o del 11M de 2004 en Madrid, o los múltiples conflictos en los que fuerzas internacionales irrumpen lejos de sus fronteras en un territorio dado. Y, finalmente,
5. Nuevos fenómenos globales, como son: la explosión demográfica, el cambio climático, las complejidades de los precios del petróleo y del gas (y su uso como «arma» política o económica), los problemas relacionados con el agua, los ataques cibernéticos contra la seguridad de personas o instituciones, las migraciones masivas, los nacionalismos intrafronterizos y un sinnúmero de otros problemas según los cuales grupos humanos, gobiernos y naciones buscan, sin declarar la guerra, hacerse con el dominio de territorios (físicos, económicos o, incluso, virtuales) que anteriormente no les pertenecían.

Además, la geopolítica del siglo XXI se adentra en un espacio global donde el poder se ejerce fuera de una geografía física concreta, tal como sucede con el ciberterrorismo, la droga, la piratería, la degradación del medioambiente o los efectos provenientes de las epidemias de SIDA o del Ébola, por ejemplo. Situaciones que se dan a escala mundial. A lo que habría que añadir otros conflictos de índole cultural o religiosa que, fuera de fronteras específicas, llegan a tener la consideración de «choque de civilizaciones», según expresión de Samuel Huntington³. Baste ver los problemas actuales en Siria con el «Estado Islámico» y otros hechos similares, como «Boko Haram», en Nigeria.

En este contexto, la economía y, muy particularmente los recursos naturales que la sostienen, juegan un papel geoeconómico esencial. Y entra aquí el porqué del título de este capítulo. La geopolítica viene influida en lo sustancial por la geoeconomía, según los conceptos desarrollados por Edward Luttwak en 1990⁴ y por Pascal Lorot en 2001⁵, y puestos al día por el autor de este trabajo⁶ en un momento en el que el mundo se encuentra ya inmerso en la globalización financiera y también, de alguna manera, de la globalización económica y política.

³ HUNTINGTON, S. *The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order*, Simon & Schuster. New York. 1998.

⁴ LUTTWAK, E. *From Geopolitics to Geoeconomics: Logic of Conflict, Grammar of Commerce*. The National Interest. Summer 1990. pp. 17-23.

⁵ LOROT, P. *La géoeconomie, nouvelle grammaire des rivalités internationales*. L'information géographique. 2001. Vol. 65. núm. 1. pp. 43-52. http://www.peszsee.fr/doc/ingeo_0200_0093_2001_num_65_1_2733

⁶ OLIER, E. *Geoeconomía. Las claves de la economía global*. Pearson-Prentice Hall. Madrid. 2011 (2.ª ed. 2013).

Para Luttwak, en su primer enfoque, una vez caído el Muro de Berlín, la geoconomía representaba «el mantenimiento de la antigua rivalidad existente entre las naciones utilizando medios económicos en lugar de bélicos». Una idea que modificó en 1993⁷, argumentando que la geoconomía «mide el progreso mediante la participación que un determinado producto alcanza en el mercado, en lugar de centrarse en el avance que una fuerza militar realiza sobre el mapa».

Por su parte, Pascal Lorot definió la geoconomía, en 2001, de un modo más complejo, entendiéndola como «el análisis de las estrategias de orden económico, especialmente comerciales, decididas por los Estados en el contexto de las políticas conducentes a proteger las economías nacionales o algunos de sus componentes, a adquirir el dominio de ciertas tecnologías claves, y/o a conquistar ciertos segmentos del mercado mundial relativos a la producción o comercialización de un producto o de una gama de productos sensibles, sobre los cuales, su posesión o su control confiere a los detentadores —Estado o empresa nacional— un elemento de poder o de proyección internacional y contribuye al reforzamiento de su potencial económico y social». Un poder que, en lo esencial, se implanta según el concepto de *softpower* desarrollado por Joseph S. Nye⁸ que lo fue adaptando a las nuevas realidades según la idea de *smart power*⁹, y más lejos con el concepto de *contextual intelligence*¹⁰.

La geoconomía es una ciencia estrechamente relacionada con la geopolítica, que le da hoy el sentido de su acción, ya que interviene de manera concreta, por ejemplo, en el comportamiento de los mercados energéticos y en los diferentes conflictos que se dan en ellos. Y también $\frac{3}{4}$ aunque no solo $\frac{3}{4}$ como el elemento estratégico que orienta la expansión en los mercados de recursos naturales y en la búsqueda de recursos hídricos para aumentar el desarrollo económico en zonas industriales de interés geopolítico. Este es el entorno donde se mueve el presente capítulo dentro de este volumen dedicado a la «Geopolítica líquida en el siglo XXI», cuya comprensión se demuestra esencial para entender las complejidades del mundo actual.

Globalización: geopolítica y geoconomía

La geopolítica, en su acepción más clásica tiene como uno de sus ejes fundamentales aquello que concierne al territorio, sea perteneciente a una nación, a una región, o el correspondiente a un lugar físico o virtual, entendiendo este último como el ciberespacio que da curso a las múlti-

⁷ LUTTWAK, E. *The Endangered American Dream*. Simon & Shuster, New York. 1994.

⁸ NYE, J. *Soft Power: The Means to Success in World Politics*, PublicAffairs, 2004.

⁹ NYE, J. *Get Smart. Combining Hard and Soft Power*. Foreign Affairs. Julio-Agosto 2009. <https://www.foreignaffairs.com/articles/2009-07-01/get-smart>

¹⁰ NYE, J. *The Powers to Lead*. Oxford University Press. 2008.

ples actividades económicas, políticas y sociales que se dan en Internet. La geopolítica es así el lugar donde confluye el poder político con su dominio territorial. Sintetizando, se puede decir que la geopolítica constituye el entronque entre política y geografía. Con lo que cabe hablar de geopolítica respecto de naciones, Estados o, simplemente, territorios sin más. Territorios que, en general, tienen en común varios elementos¹¹:

- Las fronteras, sean exteriores o interiores, existan jurídicamente o no; como sucede, por ejemplo, con el pueblo kurdo desde el fin de la Primera Guerra Mundial, o con esas fronteras interiores, virtuales, que son frecuentemente origen de problemas geopolíticos, ya sea por desigualdades entre circunscripciones electorales o por desequilibrios de corte demográfico.
- Las ciudades, que influyen de forma determinante en la vida política, la economía, la información, la cultura y en todo el amplio panorama de las relaciones sociales. Ciudades •que en 2008 contenían el 51 por ciento de la población mundial, y que llegarán a tener el 60 por ciento de la misma hacia 2020, según todas las previsiones.
- Los recursos naturales, que son fuente de tensiones y conflictos, y causa primera de los impulsos de dominio de unas naciones sobre otras, o de unos territorios sobre otros. Recursos naturales que se encuentran distribuidos con gran desigualdad y diversidad a lo largo de la geografía mundial. Recursos vitales, como el agua, que son, a veces, origen de importantes conflictos, como los que se dan en el Eúfrates, el Tigris o el Nilo. Y otros recursos estratégicos para el sostenimiento de la propia civilización, como son el petróleo, el uranio y ciertos metales esenciales como zinc, plomo o cobre, que también, a veces, son origen de fuertes tensiones geopolíticas.

Como se ha expuesto anteriormente, la geoeconomía no se ajusta necesariamente a un territorio concreto ni tiene una base territorial, en el sentido de proteger el bienestar de una población concreta. Se dirige, por el contrario, a la consecución de unos intereses políticos determinados mediante el uso de instrumentos económicos. Intereses que, en el contexto global, usan la economía y sus recursos como elementos de poder o predominio.

De esta manera, se podría definir la geoeconomía como «la política económica que se dirige a lograr unos objetivos de dominación o de protección en el contexto económico y político global». Una definición que se comprende bien cuando se analizan los móviles geopolíticos que se esconden detrás de muchas acciones relacionadas, por ejemplo, con el terrorismo internacional o, en otros casos, cuando se adquieren empresas estratégicas por naciones extranjeras en territorio propio, o cuando

¹¹ OLIER, E. *Geoeconomía. Las claves de la economía global*. Pearson-Prentice Hall. Madrid. 2011 (2.ª ed. 2013).

se utiliza el dominio financiero o monetario para lograr posiciones de dominio político sobre otros.

No significa esto que la geopolítica se sustituya enteramente por la goeconomía, sino que esta última es, sin duda, el motor de los intereses económicos y políticos globales que subyacen dentro de ella. Aspecto constatable por los equilibrios de poder económico que se dan en la actualidad en un mundo que parece caminar hacia un desplazamiento de dicho poder hacia el este, lo que podría dejar a Europa y su dominio del Atlántico como algo de épocas pasadas.

Conviene en este punto hacer una reflexión sobre la Figura 1¹² que muestra la situación del mundo después de la Segunda Guerra Mundial, donde Estados Unidos mantenía una fuerte alianza con la Europa occidental: política, militar y económica. Era el tiempo de la «Guerra Fría» y Estados Unidos mantenía una posición hegemónica en sus zonas de influencia, especialmente Japón, América Central y Caribe (exceptuando Cuba), así como en Oriente Medio con sus alianzas con los países productores de petróleo. Países «inventados» con anterioridad por el Reino Unido, que perdía así su anterior hegemonía global con un imperio en fuerte decadencia. Europa continental, por su lado, expandía su poder por Sudamérica $\frac{3}{4}$ donde la Unión Soviética mantenía fuertes posiciones $\frac{3}{4}$ y también en África.

A finales de los años ochenta del siglo XX, el centro de gravedad económico mundial se situaba en el Magreb, como resultado del equilibrio económico que se daba entre Estados Unidos y Europa. El Atlántico era,

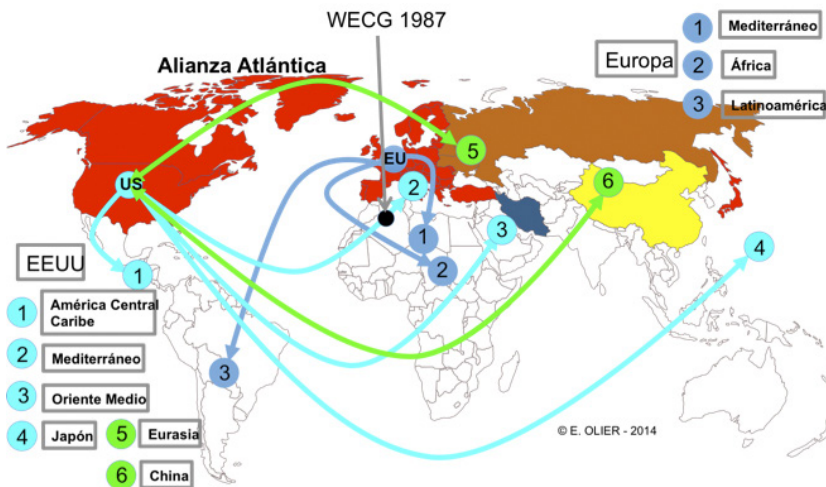


Figura 1. El Mundo bipolar después de 1945 (WECG – World Economic Centre of Gravity).

¹² OLIER, E. *Los riesgos de la situación económica mundial*. Conferencia en el I Curso de Defensa Nacional para Jóvenes. CESEDEN. 11 de noviembre de 2014. 52 pp.

de esta manera, el centro del mundo y toda la geopolítica se balanceaba entre las posiciones de dominio existentes entre Estados Unidos y la Unión Soviética: un mundo bipolar con dos potencias frente a frente.

El mundo actual es, sin embargo muy diferente. Es multipolar, donde la globalización, de un lado, y la aparición de nuevas potencias regionales, de otro, han cambiado el equilibrio que existía anteriormente. Esto lo muestra la Figura 2¹³, donde representamos el juego geoeconómico que se da en este siglo.

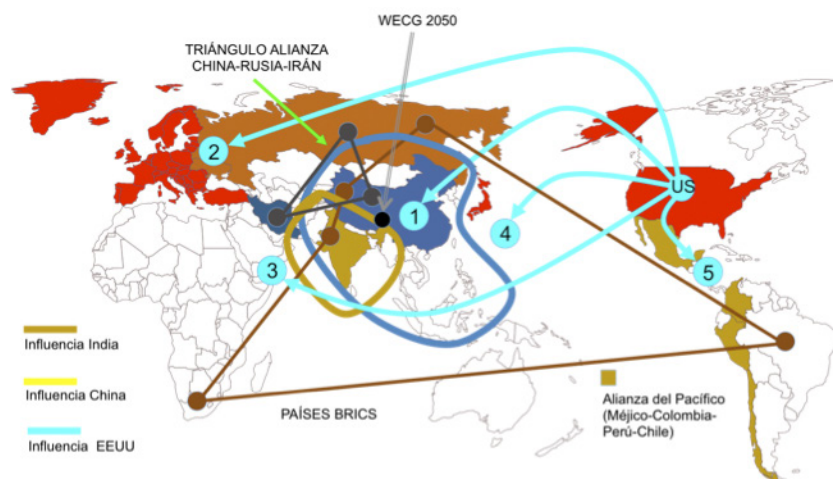


Figura 2. El mundo multipolar actual.

La primera observación respecto de la situación geográfica actual se basa en el papel económico de los países asiáticos, cuyas proyecciones hacia el futuro lo hacen más evidente: el centro de gravedad económico mundial se va desplazando hacia el este; de manera que, en 2050, según todas las previsiones, estará situado en China, que se convertirá en la mayor potencia económica del mundo. Tanto en lo geopolítico como lo geoeconómico. Estados Unidos mira ya al Pacífico, y parece que Europa, el Mediterráneo y el Atlántico vienen a ser escenarios del pasado. Únicamente se mantiene la tensión geopolítica y geoeconómica en las antiguas fronteras de la Unión Soviética, y en el Pacífico y el Índico, India y China, incluso en sus alianzas, lucharán por una supremacía en equilibrio. Equilibrio que les da su pertenencia a los países BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica). Una estrategia que, además, trata, desde el lado americano, frenar la expansión rusa en el continente según la ya antigua

¹³ OLIER, E. *Los riesgos de la situación económica mundial*. Conferencia en el I Curso de Defensa Nacional para Jóvenes. CESEDEN. 11 de noviembre de 2014. 52 pp.

Teoría del Heartland de Halford Mackinder¹⁴, puesta al día por Zbigniew Brzezinski¹⁵.

De nuevo, un equilibrio inestable, donde aparece Irán, convertida en la potencia regional del golfo Pérsico y Oriente Medio, que acabará dominando todo el mundo chií de la zona y que tratará de hacerse con el control de las rutas de salida del petróleo a través del estrecho de Bab el-Mandeb hacia el Índico, donde, más allá, el estrecho de Malaca se convierte en otro paso estratégico entre Indonesia y Malasia. Todo un contexto de inestabilidades multilaterales, que se mueven también al otro borde del Pacífico, en el continente americano desde la Alianza del Pacífico, que dará origen, a su vez, a una nueva goeconomía de múltiples facetas¹⁶.

Es el fenómeno de la globalización y de la nueva goeconomía mundial asociada a ella. Una nueva goeconomía, centrada geográficamente en el Pacífico, donde las previsiones, tomando las once economías previsiblemente mayores hacia 2050, muestran que Estados Unidos y China concentrarán el 49,5 por ciento del Producto Interior Bruto (PIB) mundial. A la

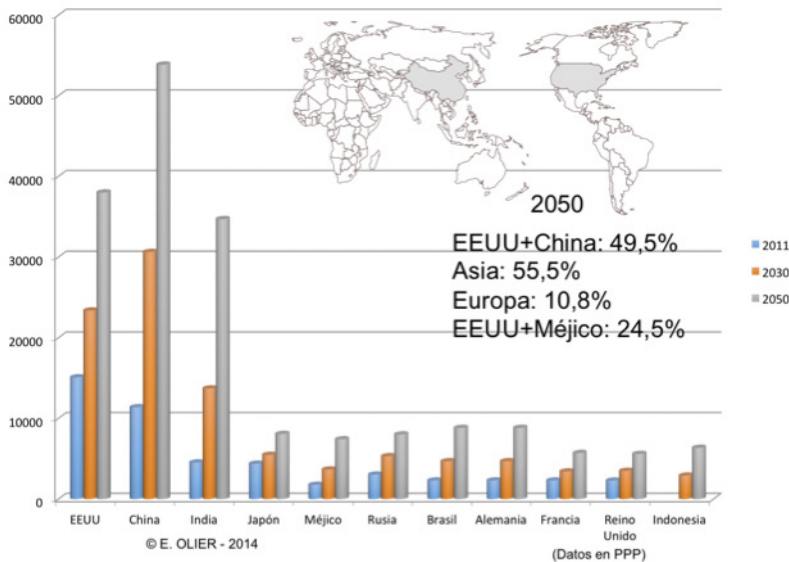


Figura 3. Evolución previsible de la economía mundial (PIB en billones de dólares).

¹⁴ MACKINDER, H. J. *The Geographical Pivot of History*. The Geographical Journal. Vol. 23. n.º 4. Abril 1904. pp. 421-437. <http://intersci.ss.uci.edu/wiki/eBooks/Articles/1904%20HEARTLAND%20THEORY%20HALFORD%20MACKINDER.pdf>

¹⁵ BRZEZINSKI, Z. *The Grand Chessboard. American Primacy and its Geostrategic Imperatives*. Basic Books. Septiembre 1998.

¹⁶ OLIER, E. *Curso de goeconomía II*. Sesión de clase (*interactive e-learning* con 350 alumnos en doce Campus) en el Máster de Inteligencia Competitiva y Goeconomía. TEC Monterrey, México. 2015. 96 pp.

vez que Estados Unidos con México tendrán el 24,5 por ciento, mientras que los principales países asiáticos sumarán el 55,5 por ciento. Europa sumará únicamente el 10,8 por ciento entre sus países más relevantes. La Figura 3¹⁷ expone con claridad este escenario económico, que viene de nuevo a demostrar el corrimiento económico del mundo hacia el Pacífico y, por ende, el movimiento de los intereses geopolíticos y geoeconómicos futuros.

No hay que olvidar, sin embargo, el papel que en todo este contexto jugarán las materias primas, en especial, las energéticas como el petróleo o el carbón. Como tampoco la crucial importancia de la economía financiera en todo este escenario. Del carbón, por ejemplo, se estima que su demanda puede crecer en torno al 2,6 por ciento anualmente hasta 2020, más o menos, convirtiéndose así en una fuente energética tan esencial como el petróleo. Un crecimiento que proviene, en lo fundamental, de la necesidad que tienen China y otros países asiáticos en mantener y crecer sus industrias apoyadas por las enormes reservas carboníferas que aún existen en el mundo y, especialmente en esa zona. Un hecho que incide determinadamente en los problemas relacionados con las emisiones de CO₂ y el calentamiento global.

Por otro lado, para entender el peso de lo financiero en relación con los intereses geoeconómicos que encierra, basta acudir al comportamiento de los mercados de *commodities*. Piénsese en la espectacular subida de los precios del crudo coincidiendo con la explosión de la crisis financiera de 2008. En el verano de aquel año, al hilo de la catástrofe originada por las hipotecas *subprime*, se dio igualmente una «burbuja petrolera» en forma de una subida antes desconocida de los precios del barril de petróleo, que pasó $\frac{3}{4}$ en el mercado WTI (*West Texas Intermediate*) $\frac{3}{4}$ en días de 90 dólares a 147 dólares (que se dieron el 11 de julio de ese año). Unos hechos de difícil explicación si no se considera la «financiarización» de los mercados de *commodities* y los movimientos geoeconómicos que lleva consigo. Y es que, previo a ese «salto» en los precios, al igual que la especulación se dispersaba con productos financieros creativos en forma de derivados o estructurados enlazados con deudas tóxicas, la especulación entraba también en los mercados de materias primas, rompiendo los tradicionales equilibrios entre oferta y demanda. Una situación sobre la que, en un artículo del *Wall Street Journal* el 8 de julio de 2008, firmado conjuntamente por el primer ministro del Reino Unido, Gordon Brown, y el presidente francés, Nicolás Sarkozy, se denunciaban las especulaciones financieras en torno al petróleo en un momento de fuerte crisis económica en Europa. A lo que habría que

¹⁷ OLIER, E. *Los recursos vitales energéticos*. Conferencia en el LII Curso Monográfico. CESEDEN. 40 pp. 4 de noviembre de 2014. Gráfica elaborada a partir de *World in 2050. The BRICs and beyond: prospects, challenges and opportunities*. PWC. Enero 2013. <http://www.pwc.com/gx/en/world-2050/assets/pwc-world-in-2050-report-january-2013.pdf>

sumar el hecho de que, si en 2002, la negociación diaria de contratos de «futuros» de petróleo (barriles de papel) respecto del petróleo físico (barriles reales) era de 1 a 4 de los segundos respecto de los primeros, la relación subió de 1 a 15 en 2008. Nivel que se mantuvo hasta mediados de 2009¹⁸.

El desigual reparto de las materias primas

En el escenario expuesto en el apartado anterior hay que sumar la paradoja de los problemas geoeconómicos que proceden del desigual reparto de las materias primas y, muy singularmente, de las materias primas energéticas. Pues no hay que olvidar que independencia energética al menor coste es el factor fundamental de la competitividad económica y del crecimiento económico y, al contrario, una energía cara es siempre sinónimo de inflación y parálisis industrial.

Las fuentes de energía, además, generan importantes conflictos geopolíticos, que vienen de la posibilidad de manipular los precios o de proteger los suministros ante la posible escasez de los mismos. Una escasez que nace de la desigualdad en su distribución $\frac{3}{4}$ muy concentrada en Oriente Medio $\frac{3}{4}$, lo que aumenta las tensiones geoeconómicas en esa zona. Desigualdad que se manifiesta en que los países de la OCDE (sin considerar las nuevas técnicas de *fracking*) solo tienen el 7 por ciento de las reservas de gas y de petróleo, mientras consumen el 60 por ciento de petróleo y el 50 por ciento de gas. Es lo que puede verse en la Figura 4¹⁹, que muestra el tamaño de cada país de acuerdo con sus reservas probadas en 2007 (sin tener en cuenta el *fracking*). A la vez que Rusia, junto con los países de la OPEP (Argelia, Angola, Ecuador, Irán, Iraq, Kuwait, Libia, Nigeria, Catar, Arabia Saudí, Emiratos Árabes Unidos y Venezuela), poseen el 86 por ciento de las reservas globales de petróleo y el 83 por ciento de gas.

En otro ángulo otras materias primas, tales como las tierras raras, están también sujetas a desajustes geoeconómicos, especialmente con China que gestiona el 95 por ciento de la producción mundial. Una suerte de energía secuestrada donde intervienen Gobiernos y compañías estatales o privadas en connivencia con ellos, ya sea en sus propios territorios o en territorios foráneos, como es el caso de las compañías públicas chinas que dominan muchos mercados, especialmente en África, lo que se ha dado en llamar la *Chinafrique*²⁰ por algunos autores.

¹⁸ OLIER, E. *Codicia financiera. Cómo los abusos financieros han destrozado la economía real*. Pearson. 2013.

¹⁹ PAVA, A. *Who has the Oil?* <http://www.resilience.org/stories/2007-11-17/who-has-oil>

²⁰ MICHEL, S., y BEURET, M. *La Chinafrique*. Hachette. 2008.



Figura 4. El mundo visto desde sus reservas de petróleo.

Siguiendo con las materias primas no energéticas, en un informe de 2010²¹ la Unión Europea estableció aquellas que resultaban críticas para el mantenimiento y el desarrollo económico de Europa. En el comienzo del Sumario Ejecutivo, este informe establece que la disponibilidad de las materias primas esenciales para la industria europea es cada día más compleja. Dificultad que viene fundamentalmente por el propio crecimiento de los países emergentes y su gran demanda, así como la circunstancia de que estos países son los que concentran gran parte de dichos recursos naturales, que los protegen mediante medidas gubernativas muy restrictivas que afectan a los precios y a las cantidades de suministro.

Aparecen, por tanto, dos problemas independientes que se solapan. Por un lado, la necesidad de unos materiales que resultan claves para el sostenimiento del modelo económico del mundo occidental y de los nuevos países emergentes y, por otro, los riesgos que existen en lograr un suministro adecuado, ya sea por la inestabilidad de los países productores, o por el control que tales países hacen de dichos recursos que son, igualmente, claves para su desarrollo. Un contexto netamente geoeconómico como se puede comprender.

En el caso de la Unión Europea, de un total de 41 elementos considerados estratégicos, 14 son los más críticos, por su importancia económica y por el riesgo de suministro. En este, las tierras raras, anteriormente

²¹ European Commission. Critical Raw Materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. Julio 2010. http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/report-b_en.pdf

mencionadas, son los recursos naturales más comprometidos. Se trata de 17 minerales que se utilizan en múltiples aplicaciones relacionadas con productos de alta tecnología, que van desde turbinas para aerogeneradores, coches híbridos, sistemas de guiado de misiles o teléfonos móviles, por ejemplo. Sin embargo, la concentración en algunos países (China y Rusia, especialmente), y la inexistencia en Estados Unidos²², son una ineludible fuente de tensiones geoeconómicas. Y es que las materias primas tienen la propiedad de ser usadas como armas estratégicas. Una circunstancia que se da con extremada intensidad en el Ártico donde, por ejemplo, Rusia, mantiene una estrategia muy definida²³. En concreto:

- Expandir los recursos base de la zona del Ártico para satisfacer las necesidades de la población.
- Mantener la presencia militar en la región.
- Eliminar las amenazas medioambientales en el contexto de las crecientes actividades económicas.
- Crear un espacio común de información.
- Aplicar principios científicos modernos en la gestión de los territorios árticos, teniendo muy presente los objetivos defensivos.
- Promover los beneficios bilaterales y multilaterales en la cooperación de la Federación Rusa con los Estados Árticos.

Y es que la región rusa del Ártico, que incluye la península de Kola, Taimyr, Chokotka, Yakutia y Norilsk, concentra grandes reservas de materias primas: níquel, mercurio, platino, diamantes, oro, plata, etcétera, aparte de tener más del 90 por ciento de las reservas probadas de gas que Rusia considera propio. Una circunstancia que hace del Ártico una zona de especial relevancia geopolítica.

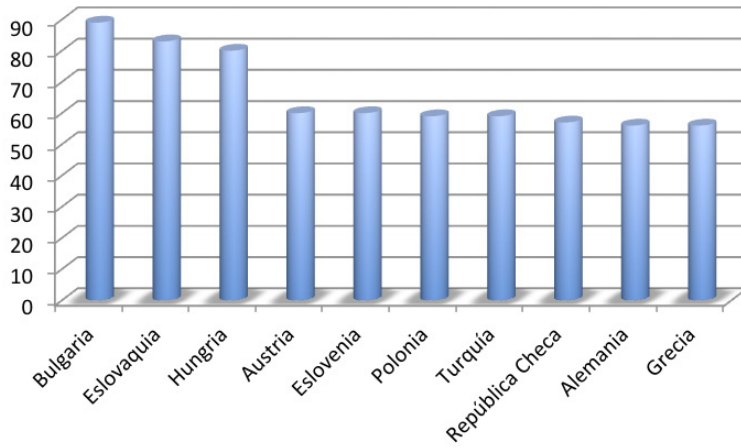
Sin embargo, no todo se relaciona con el control de la producción y distribución de materias primas. También está, como se ha apuntado, el dominio de los corredores marítimos estratégicos y los gaseoductos y oleoductos que permiten distribuir las materias primas petrolíferas. Y aquí, de nuevo, es paradigmática la posición de Rusia.

La Figura 5 expone dos gráficas que muestran los países europeos que dependen del gas ruso²⁴. La superior corresponde con aquellos países cuya dependencia se encuentra entre el 60 y el 90 por ciento. La inferior, los que no llegan al 30 por ciento. Otros países son incluso más

²² Humphries, M. *Rare Earth Elements: The Global Supply Chain*. Congressional Research Service. United States. Diciembre 2013. <https://www.fas.org/sgp/crs/natsec/R41347.pdf>

²³ Bases de la política estatal de la Federación Rusa en el Ártico para el período hasta 2020 y más adelante (en ruso). <http://www.scrf.gov.ru/documents/98.html>.

²⁴ OLIER, E., a partir de datos del Statistical Report 2014 de Eurogas. http://www.eurogas.org/uploads/media/Eurogas_Statistical_Report_2014.pdf



©E. OLIER 2015

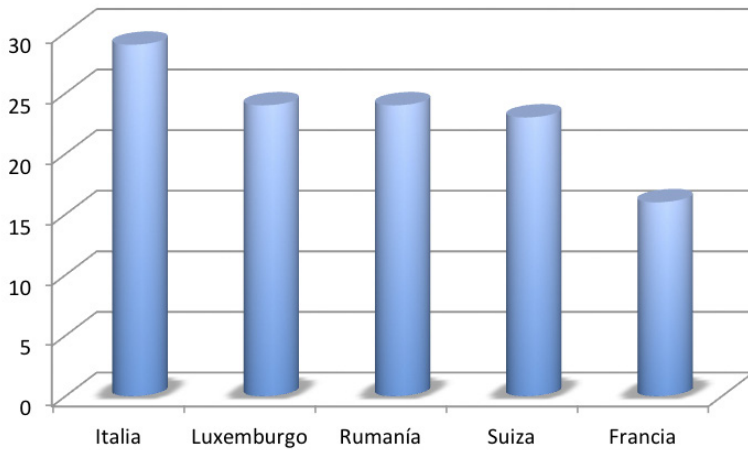


Figura 5. Dependencia europea del gas ruso (2012).

vulnerables. Por ejemplo, Finlandia, Letonia y Lituania solo reciben gas natural de Rusia y tienen una dependencia del 100 por 100. Si bien otros, como España, Dinamarca, Suecia, Bélgica o el Reino Unido no dependen en absoluto de Rusia. Holanda, aunque es productor de gas, mantiene por razones económicas una tenue dependencia cercana al 5 por ciento. Todo un panorama que hace a los países que reciben gas de Rusia muy vulnerables por los actuales conflictos entre Rusia y Ucrania, que es tránsito directo del gas ruso hacia varios países europeos, que se ven así amenazados por las discrepancias políticas entre Rusia y la comunidad internacional, y por las diferencias existentes entre las

dos compañías gasísticas en conflicto: Naftogas (Ucrania) y el gigante ruso Gazprom. Unos hechos que han hecho replantearse a la Unión Europea toda la estrategia relativa a la gestión de la energía, cuyo sistema ha de protegerse para asegurar el suministro de energía primaria²⁵ ante posibles disrupciones del mismo (Figura 6).

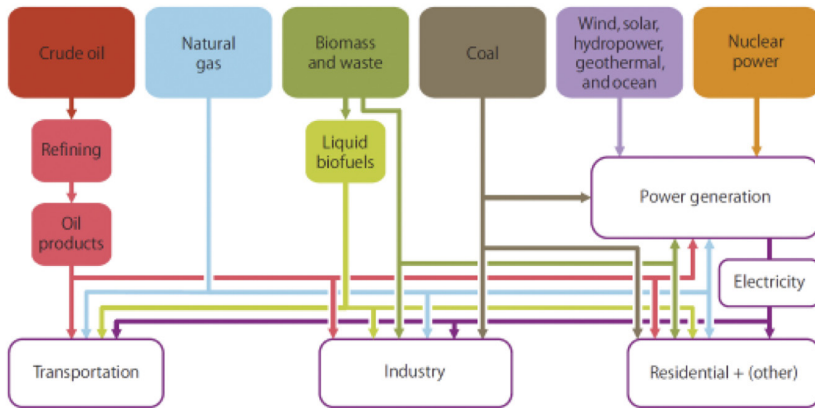


Figura 6. Sistema de provisión energética.

Goeconomía del petróleo y el gas

China es el país de mayor población del mundo, cuarto en superficie detrás de Rusia, Canadá y Estados Unidos, con más de 9 millones de kilómetros cuadrados. Sin embargo, respecto de los hidrocarburos, es un pequeño país a escala mundial (ver Figura 4). Se trata, por otra parte, del mayor consumidor y productor mundial de carbón, consumiendo más carbón que Estados Unidos, Japón y Europa juntos, con una proyección de alcanzar el 50 por ciento de la demanda mundial en 2035. Tal como muestra la Figura 7²⁶ es, además, el segundo consumidor mundial de petróleo $\frac{3}{4}$ detrás de Estados Unidos $\frac{3}{4}$, y es el mayor consumidor de gas natural de la región Asia-Pacífico. De ahí su avidez energética que trata de complementar con inversiones en Cuba, Irán, Iraq, Myanmar, Kazajistán, Nigeria, Venezuela y Argentina, y con acuerdos estratégicos con Rusia y otros países. Con Rusia, por ejemplo, China firmó en mayo de 2014 un acuerdo a treinta años, para suministro de gas. Un acuerdo cercano a

²⁵ Commission Staff Working Document. *In-depth study of European Energy Security*. http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20140528_energy_security_study_0.pdf.

²⁶ OLIER, E. *Curso de Goeconomía II*. Interactive e-learning con 350 alumnos en doce Campus. Máster de Inteligencia Competitiva y Goeconomía. TEC Monterrey. México. 2015. 96 pp.

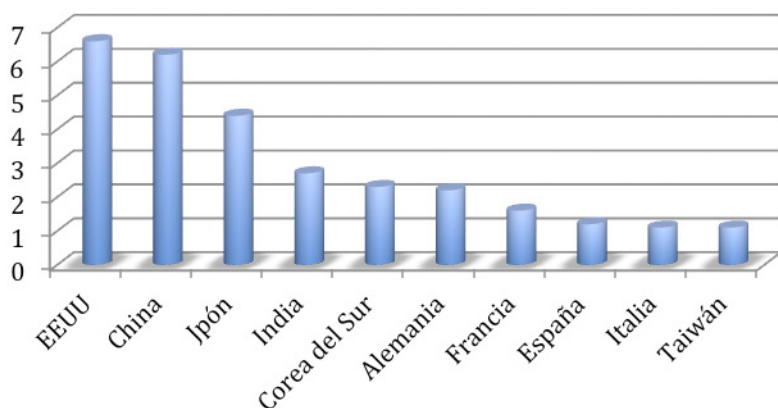


Figura 7. Mayores consumidores de petróleo (millones de barriles/día).

los 400.000 millones de dólares que disequilibra otras acciones geopolíticas en relación con la propia Rusia. Dicho lo cual, hay que apuntar que el impacto del petróleo en el consumo energético chino es únicamente el 18 por ciento (datos de 2014), mientras que el carbón llega al 68 por ciento.

Los precios del petróleo tienen, además, otra consideración, que proviene de la indexación que mantienen otros productos con ellos, especialmente los productos agrícolas. De ahí que las fluctuaciones de tales precios tengan tanta incidencia en el comportamiento de la economía.

En lo esencial, el precio del crudo incide de manera determinante en la inflación y en el crecimiento económico, aunque su impacto, como es evidente, no es igual en los países exportadores que en los importadores. De la misma manera, las fluctuaciones de precios afectan de forma distinta entre los países desarrollados y los emergentes, ya que estos por su naturaleza necesitan incrementar el consumo energético para soportar el crecimiento económico²⁷.

La Figura 8²⁸ muestra la correlación entre los precios del petróleo y las materias primas en los años 2012, 2013 y 2014, tomando también en consideración lo sucedido en la última fase del año en que los precios de crudo cayeron de forma muy drástica respecto de la evolución de años anteriores. Surgen aquí dos observaciones independientes aunque relacionadas. Por un lado, la correlación que existe entre los precios de crudo (en este caso Brent) y el resto de materias primas, tanto

²⁷ OLIER, E. *Curso sobre Geopolítica de la energía*. Programa SPAMEX. Universidad Sergio Arboleda. Madrid, 29 de mayo de 2015. 101 pp.

²⁸ OLIER, E., a partir de datos del Fondo Monetario Internacional. *Commodity Market Monthly*. Research Department Commodities Team. 13 de enero de 2015. <http://www.imf.org/external/np/res/commod/pdf/monthly/010115.pdf>

las relativas a la agricultura, como otras materias primas energéticas: las que sirven de base al bioetanol, así como el carbón y el gas (en este caso los precios del gas ruso en Alemania). Independientemente del nivel de correlación, en todos los casos la caída del crudo se corresponde con la caída de los precios del resto de materias primas; si bien, en casi todos los casos, existe una anticipación de los precios en el mercado. Es el comportamiento natural del mercado de *commodities*. El gas, también relacionado con el crudo, tiene su propio comportamiento geoeconómico y la caída tan abrupta en el período considerado tiene mucho que ver con la situación de Rusia y Ucrania.

Con respecto a la relación entre petróleo y precios de *commodities*, como trigo, soja, etcétera, se puede decir que se comportan así ya que los precios del petróleo inciden de forma directa en el transporte y en gran parte de la maquinaria usada en las actividades agrícolas. No es, por tanto, de extrañar tal correlación. Además existe el nuevo efecto producido por los biocombustibles que se elaboran a partir de *commodities* agrícolas y entran en el juego de la oferta y la demanda de los productos energéticos. Si bien, con la demanda de este tipo de productos aparece el efecto de la escasez de otros productos agrícolas debido a la reducción de tierras de labor para ellos. Hasta aquí, nada que no tenga que ver con los comportamientos del mercado. Sin embargo, existe el otro componente: ¿por qué los precios de crudo fluctúan con caídas o subidas bruscas? Y es aquí donde entra el juego geopolítico que se suma a las propias consideraciones de los mercados. Y, en especial, las fuertes caídas de los precios en la última parte de 2014.

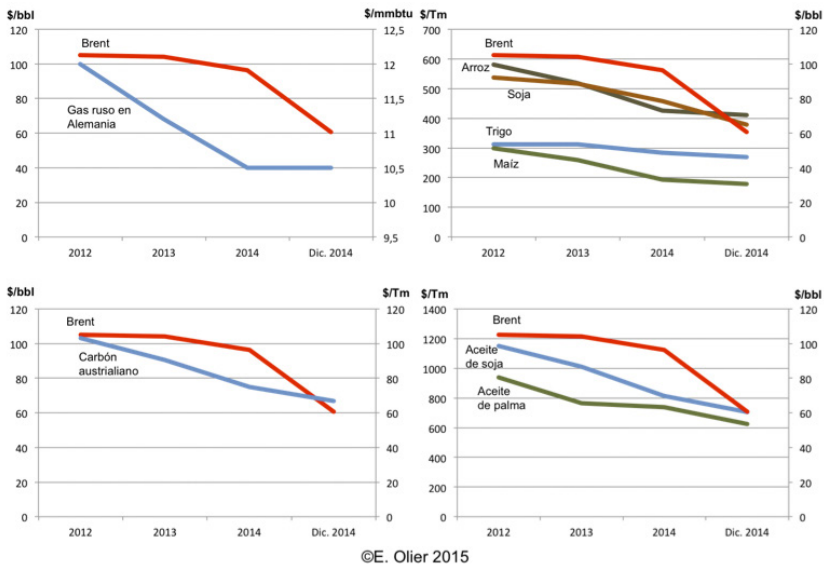


Figura 8. Evolución de los precios del petróleo y las materias primas.

Energía nuclear y carbón

Las materias primas energéticas no se limitan al petróleo o al gas, sino que incluyen al uranio y al carbón. De hecho, este último mineral es más importante que el petróleo en la generación de energía eléctrica, con la consideración de que se trata de un producto muy abundante que se extiende por todo el planeta, si bien los tres países de mayores reservas son, respectivamente: Estados Unidos (237.295 millones de toneladas), Rusia (157.010 millones de toneladas) y China (114.500 millones de toneladas).

Dada la dispersión del carbón alrededor del mundo, existen varios mercados que se orientan principalmente a los compradores más que a los productores; por ello, los precios varían considerablemente de una zona a otra. En este sentido, la Figura 9²⁹ muestra la variación de los precios en los últimos cinco años en los mercados principales. El *Asian Market* es de reciente creación, ya que se comenzó a cotizar en 1998. Es observable el efecto de la crisis financiera de 2007-2008 sobre los precios.

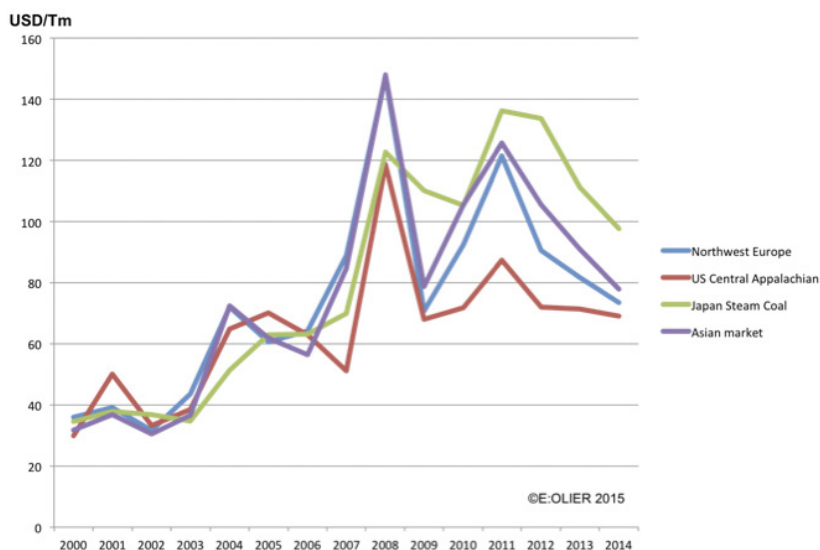


Figura 9. Evolución de los precios del carbón (en dólares por tonelada).

Respecto de la producción de carbón, son igualmente los tres países antes mencionados los que lideran el mercado, si bien, es China el país que se vuelca en la producción de carbón (1.844 millones de toneladas en 2014), muy por delante de Estados Unidos (507 millones de toneladas)

²⁹ E., con datos de BP Statistical Review of World Energy. Junio 2015. <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf>

y Rusia (177 millones de toneladas). Lo cual tiene que ver con su alto nivel de consumo, que alcanzó en 2014 los 1.962 millones de toneladas métricas.

El carbón es el elemento esencial en la producción de energía eléctrica según muestra la Figura 10³⁰ y su reducción en los próximos veinticinco años resulta ser muy pequeña (solo un 5 por ciento respecto de 2013).

El problema esencial del carbón se conecta directamente con los problemas del cambio climático y la emisión de gases de efecto invernadero. Un tema que es tratado con amplitud en esta monografía por otro de sus autores. Una situación que se conecta con los problemas geopolíticos en torno a este asunto, donde China y también Estados Unidos no acaban de aceptar las condiciones que acuerdan otro gran número de países. Baste en estas páginas decir que China se encuentra con un problema mayor, dado que quema anualmente 4.000 millones de toneladas de carbón³¹ para satisfacer sus necesidades de electricidad. Una cifra que contrasta con los 1.000 millones de toneladas de Estados Unidos o las 600.000 toneladas de la Unión Europea. Una circunstancia que sufre la propia China debido a la polución en sus zonas industriales, lo que le obligará a cerrar paulatinamente centrales de carbón³².

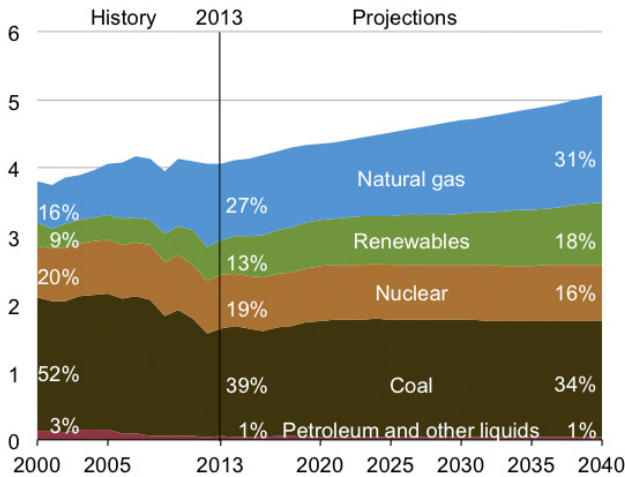


Figura 10. Estimaciones de producción de energía eléctrica por fuente de energía.

³⁰ US Energy Information Administration (EIA). *Annual Energy Outlook 2015 with Projections to 2040*. El caso de referencia (reference case) se basa en estimaciones que consideran una situación normal con la tecnología conocida y las estimaciones económicas y demográficas usuales, sin cambios o crisis desconocidas. [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2015\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2015).pdf)

³¹ Datos de finales de 2013. <http://www.climatecentral.org/blogs/chinas-growing-coal-use-is-worlds-growing-problem-16999>

³² <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-03-24-beijing-to-close-all-major-coal-power-plants-to-curb-pollution>

En otro ángulo está la energía nuclear y la necesaria producción de uranio que las alimenta. En este sentido, las dos terceras partes de la producción mundial de uranio procede de minas situadas en Kazajistán (41 por ciento del total), Canadá (16 por ciento) y Australia (9 por ciento). Una cantidad que ha crecido en los últimos siete años un 36 por ciento³³.

Independientemente de los problemas relacionados con el uranio y su relación con la capacidad de obtener armas nucleares a partir de su enriquecimiento, la geopolítica del uranio tiene mucho que ver con la manipulación de sus precios y la explotación del mismo que, como se ha indicado, no solo se da en democracias estables como Estados Unidos, Canadá o Australia, sino en países más complejos como pueden ser Rusia, Kazajistán o, también, Níger. Ya que, por ejemplo, las sanciones de los países occidentales sobre Rusia han ocasionado importantes fluctuaciones en el precio, pues no hay que olvidar que Rusia a través de la compañía Rosatom opera en Kazajistán. Unos precios que han sido por décadas muy bajos y que en las últimas fechas se han producido importantes subidas. Algo que afecta a los mayores consumidores de uranio, como son Estados Unidos y la Unión Europea, acostumbrados a los bajos precios que les ha proporcionado Rusia en el pasado³⁴.

La manipulación de los precios y el mercado

Sigamos con el tema de los precios, esta vez aplicados a los productos petrolíferos.

Desde los años setenta del pasado siglo se han sucedido bruscos cambios de precios del barril de petróleo, con efectos en aumentos de la inflación y en ciertos casos recesión económica. Tales movimientos han sido igualmente la causa de ajustes monetarios, como también del aumento del desempleo, muy especialmente en los países desarrollados, que han buscado nuevas soluciones tecnológicas para paliar los efectos negativos de tales subidas del precio del crudo³⁵. Independientemente de la caída del precio coincidiendo con la crisis financiera de 2008 donde, después de una abrupta subida en el verano de ese año, el precio cayó fuertemente debido a la paralización de la demanda, desde junio de 2014 el precio del barril se desplomó en medio año alrededor del 50 por ciento. Sin embargo, contrariamente a lo que venía haciendo la OPEP (Organización de Países Productores de Petróleo), en esta ocasión no se redujo la

³³ <http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Mining-of-Uranium/World-Uranium-Mining-Production/>

³⁴ <http://goldstocktrades.com/blog/wp-content/uploads/2014/09/sc-32.jpg>

³⁵ KILIAN, L. *Oil Price Shocks: Causes and Consequences*. http://www-personal.umich.edu/~lkilian/arre083113_cepr.pdf

producción a fin de contener la caída. Incluso algunos países como, por ejemplo, Arabia Saudí la incrementaron con unos 400.000 barriles adicionales al día, lo que según algunos autores fue la causa del 80 por ciento de esa bajada de precios³⁶. Los efectos macroeconómicos de las bajadas de precio han sido bien analizados (luego lo trataremos con más detalle), llegando a la conclusión de que una caída del precio del crudo del 10 por ciento tiene un efecto positivo en el aumento del PIB de los países avanzados. En este caso, Europa crecería un 0,13 por ciento, mientras Estados Unidos lo haría un 0,16 por ciento. Si bien no todos los autores son de la misma opinión. Como igualmente discrepan en su efecto sobre la inflación, que algunos estiman su caída en torno a 0,10 por ciento en Europa y 0,17 por ciento en Estados Unidos³⁷. En los países productores el efecto puede ser muy negativo, teniendo en cuenta sus costes de producción y el efecto del petróleo en sus cuentas públicas, pudiendo poner al país en cuestión en recesión, como puede ser el caso de Rusia o Venezuela³⁸. La Figura 11 muestra una de las estimaciones que se manejan.

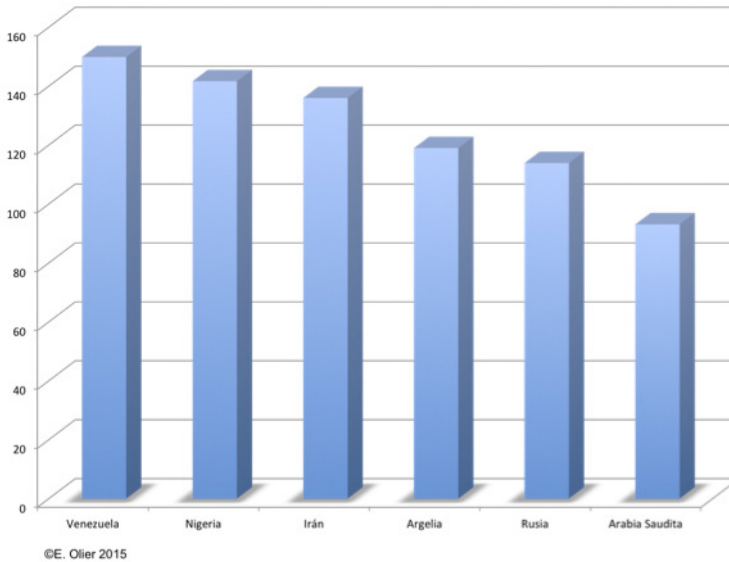


Figura 11. Precios breakeven de algunos países productores (equilibrio fiscal).

³⁶ AREZKI, R., y BLANCHARD, O. *Seven Questions about the Recent Oil Price Slump*. iMFDirect, 22 Diciembre 2014. <http://blog-imfdirect.imf.org/2014/12/22/seven-questions-about-the-recent-oil-price-slump/>

³⁷ RIKSBANK, Sveriges. *Effects of the falling oil price on the global economy*. Febrero 2015. pp. 45-51. http://www.riksbank.se/Documents/Rapporter/PPR/2015/150212/rap_ppr_150212_eng.pdf

³⁸ OLIER E., a partir de datos de <http://knoema.com/vyronoe/cost-of-oil-production-by-country> (2013).

Por otro lado, aunque es difícil encontrar datos oficiales, Estados Unidos, según se muestra en la Figura 12, cuenta con más de un millón de explotaciones de petróleo y gas basados en las técnicas de fractura hidráulica³⁹. Solo Texas tiene 300.000 pozos en explotación. Un hecho que, como es conocido, ha convertido a Estados Unidos de importador a exportador neto, y ha abierto una cierta «guerra de intereses» en el mundo del petróleo que, unido a los conflictos con Rusia e Irán, ha recrudescido el panorama financiero y de precios en el sector.

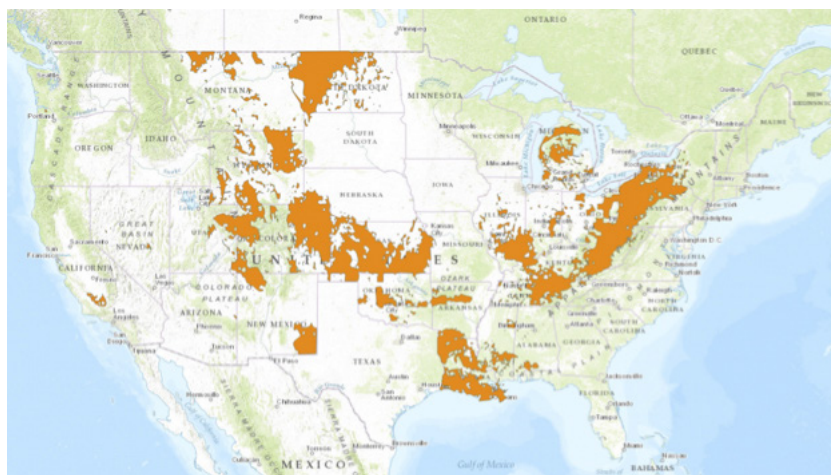


Figura 12. Mapa de explotaciones de gas y petróleo por fractura hidráulica en Estados Unidos.

Dicha guerra de precios tiene que ver con la realidad actual y las expectativas de futuro, dada la proyección de crecimiento⁴⁰ que se prevé en Estados Unidos en los próximos años (Figura 13).

La caída de precios tiene, sin embargo, dos aspectos, ya que se enlazan de alguna manera con la revalorización del dólar en ese mismo tiempo. La Figura 12 muestra⁴¹ la evolución de los precios de crudo (Brent) y del dólar: una caída del 40 por ciento del precio del crudo en un año, de enero de 2014 a enero de 2015, y una revalorización similar del dólar.

³⁹ Basado en investigaciones de *Fastracker* (<http://www.fractracker.org/2014/03/active-gas-and-oil-wells-in-us/>) en colaboración con el Center for Healthy Environments and Communities de la Universidad de Pittsburg. <http://www.climatecentral.org/news/fracking-the-usa-maps-show-americas-1.1-million-oil-and-gas-wells-17226>

⁴⁰ Carnegie Mellon University. Scott Institute for Energy Innovation. *Shale Gas and the Environment: Critical Need for a Government–University–Industry Research Initiative*. Marzo 2013. <https://www.cmu.edu/energy/public-policy/policymaker-guide.pdf>

⁴¹ The World Bank. *Commodity Markets Outlook*. Enero 2015. https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/GEP/GEPcommodities/GEP2015a_commodity_Jan2015.pdf

**U.S. dry natural gas production
trillion cubic feet**

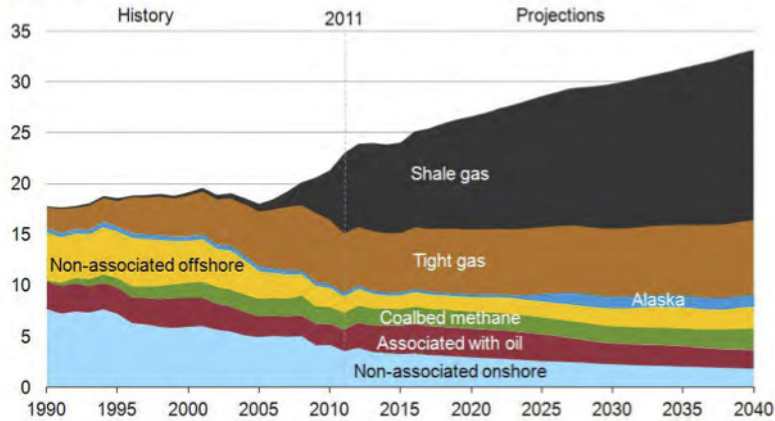


Figura 13. Proyecciones de crecimiento de *shale gas* en Estados Unidos.

Los intereses geopolíticos que han movido la manipulación de los mercados de crudo han tenido diversos efectos. Un precio del barril de petróleo en torno a los 50 dólares ha tenido como primer efecto la ruptura del mercado de los biocombustibles que se expandieron al hilo de unos precios de 100 dólares y superiores. Un segundo efecto tiene que ver con la pérdida de intereses comunes en el seno de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), que durante varias décadas actuó como un cártel organizado que con sus políticas de producción fijaba los precios del barril a través de las cuotas de producción. No en vano, la OPEP controla el 40 por ciento del volumen del mercado. Así se mantuvo el precio del barril por encima de los 100 dólares hasta que en septiembre de 2014 Arabia Saudí con Irán, y luego, en octubre, Irak, abandonaron el objetivo de mantener ese precio, motivado en lo esencial por la competencia que venía de los productores estadounidenses de petróleo no convencional. También, países como Libia introdujeron en el mercado 0,5 millones de barriles adicionales, que se sumaba a la estrategia de Arabia Saudí de implantar una política de descuentos sobre el precio a sus clientes preferenciales. El resultado fue, primero, la desestabilización del mercado de los biocombustibles, como se ha dicho, que perjudica de manera sustancial a Estados Unidos, que tiene casi el 45 por ciento de la producción mundial; a Brasil, que alcanza el 25 por ciento del mercado e, incluso, a la Unión Europea, que suma el 17 por ciento. Un tercer efecto tiene que ver con las disrupciones que los bajos precios ocasionan en las explotaciones canadienses, así como otras exploraciones petrolíferas en aguas profundas, cuyo coste marginal está por encima de los 80 o 90 dólares, de manera que los precios de mercado actuales las hace inviables económicamente.

Antes de comentar sobre el *fracking*, interesa poner en perspectiva la segunda curva de la Figura 14 que se refiere a la revalorización de dólar. Esta moneda se apreció, en la segunda mitad de 2014, alrededor del 10 por ciento con relación a las divisas más importantes del mundo. Lo cual se asocia igualmente con los precios de los *commodities*, incluido el petróleo, ya que todos estos productos están «dolarizados». A lo que se unen los tipos de interés, de manera que tipos de interés bajos y dólar alto conducen a caídas en los precios de los *commodities*⁴².

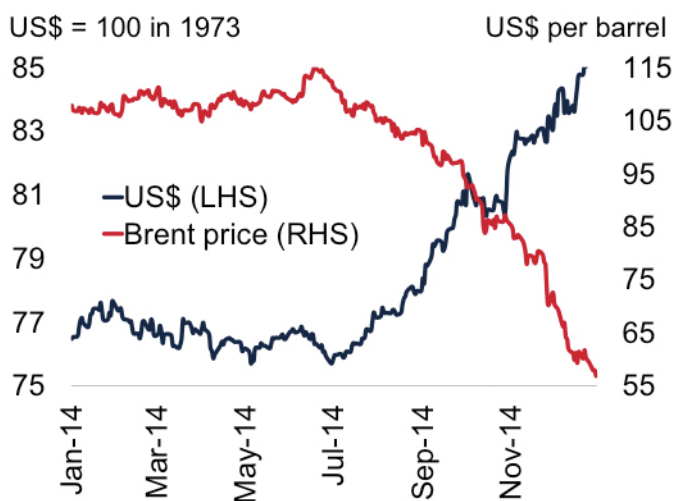


Figura 14. Evolución del precio de crudo Brent y cotización del dólar.

Respecto de los precios de *shale gas* o gas pizarra, que están igualmente indexados a los precios del petróleo, muestran también un hecho geoeconómico, que viene de los grandes productores tradicionales que, con la manipulación de los precios, tratan de sacar esta competencia fuera del mercado. La Figura 15 muestra los precios de extracción (en dólares, USD), así como el *breakeven* medio de una importante muestra de explotaciones de *shale gas* en Estados Unidos⁴³, constatándose que con un precio del barril por debajo de los 50 dólares muchas explotaciones como se puede ver en la gráfica no son rentables.

⁴² AKRAM, F. *Commodity prices, interest rates and the dollar*. Norges Bank. Working Paper. Research Department. 11 Agosto 2008. Ver también: http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/GEP/GEP2015a/pdfs/GEP2015a_chapter4_report_oil.pdf

⁴³ OLIER, E., a partir de datos de: *FACTBOX-Breakeven Oil Prices for U.S. Shale: Analyst Estimates*. Reuters (basado en estimaciones de Credit Suisse). 23 Octubre 2014. <http://www.reuters.com/article/2014/10/23/idUSL3N0SH5N220141023>

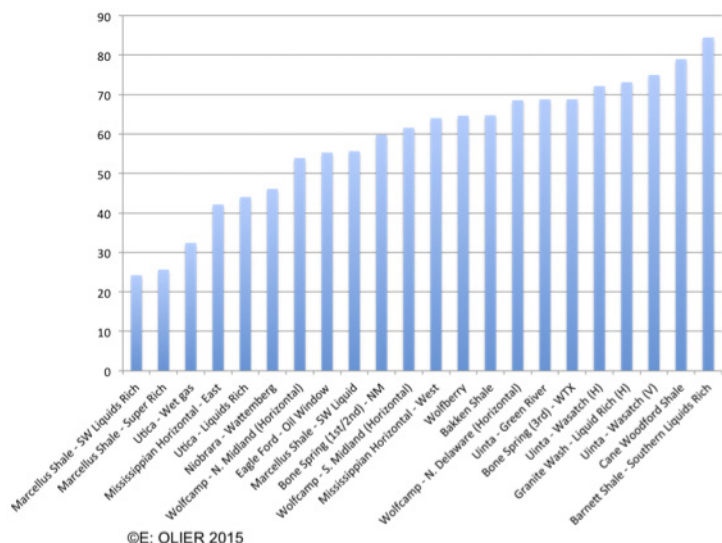


Figura 15. Precios (USD) breakeven de shale gas en Estados Unidos.

Queda un último aspecto a considerar dentro de la geopolítica de los precios del petróleo que se refiere a los efectos que un bajo precio del crudo tiene sobre las economías de ciertos países productores, muy singularmente de Rusia e Irán, aparte de Venezuela. Rusia e Irán han mantenido en los últimos años serios conflictos con la comunidad internacional y, muy singularmente, con Estados Unidos. Sus economías son extremadamente dependientes del gas y del petróleo. El PIB ruso, por ejemplo, depende en un 30 por ciento de estas materias primas que, a su vez, han contribuido al 50 por ciento del crecimiento de su economía desde el año 2000⁴⁴.

Son tres los elementos financieros que los productores de petróleo tienen en cuenta a la hora de ver los efectos que una caída de precios puede tener sobre sus economías. Primero, el punto de equilibrio fiscal (*breakeven*) que ya tratamos páginas atrás. Aquel que se necesita para evitar el déficit de las cuentas públicas. Ya se entiende que si el PIB de un país es muy dependiente de sus materias primas, los precios de estas en los mercados pueden tener efectos muy negativos.

Segundo, el precio que ha de tener el barril para que la explotación petrolera sea rentable. Ya que de otra manera, como se ha comentado anteriormente con el *fracking* o con las exploraciones en aguas profundas, no se podría sostener la rentabilidad de esos proyectos. Y, finalmente, el precio que permite a las actividades de extracción mantener su operativa.

⁴⁴ ARON, L. *The political economy of Russian oil and gas*. <https://www.aei.org/publication/the-political-economy-of-russian-oil-and-gas/>

Si los costes fijos de extracción y distribución (costes de producción) no pueden mantenerse con los ingresos procedentes de un precio de barril demasiado bajo, dichas instalaciones acabarían deteniendo su actividad.

No todos los autores coinciden en las cifras. Por ello nos permitimos incluir una visión adicional a lo indicado mediante la Figura 9. En este sentido, un informe del Deutsche Bank⁴⁵ de octubre de 2014 daba un valor para el punto de equilibrio fiscal de Rusia en ese año en torno a los 100 dólares, por debajo del cual el país entraría en recesión como así ha sido. Si se compara con Arabia Saudí, este país estaría alrededor de los 99 dólares de precio del barril para mantener su equilibrio fiscal. Son cifras menores que las indicadas páginas atrás, sin embargo, coinciden en la apreciación de que, con los precios actuales, varios países productores tienen dificultades para salir adelante. Esto explica, además, por qué dichos países acumulan dólares como medio para paliar estos efectos. Así, Arabia Saudí tiene cerca del 60 por ciento de su PIB en reservas en dólares. Rusia solo alrededor del 8,5 por ciento. El caso de Venezuela, con una necesidad de 162 dólares por barril, es dramática como se constata en la actualidad.

Los costes de operación, por su lado, se encuentran en un rango entre 40 y 50 dólares, tomando el efecto de cambio de la moneda del país respecto del dólar. Son cifras asumibles con el mercado actual. Ahora bien, como se ha visto, este no es realmente el problema.

El dólar y los productos *commodity*

Sigamos con el dólar. El dólar es la moneda de referencia a escala mundial. Su primacía en lo monetario es absoluta, ya sea por su influencia en el comercio global o por el seguimiento que otras muchas monedas hacen de esta divisa. Tal es el caso de las monedas de muchos países asiáticos, o de otras como el real brasileño o incluso el yuan chino. Y es que en este sentido hay que decir que el yuan está conectado estrechamente con el dólar en sus movimientos, de ahí la necesidad del Gobierno chino de acumular reservas en dólares o de comprar deuda de la Reserva Federal Americana. El dólar es la moneda esencial en el mercado negro de divisas. Cualquier taxista en Bombay le tomará dólares en lugar de rupias. Fuera de Estados Unidos las reservas en dólares de la banca internacional son altísimas. Solo China acumula más de 3 billones (millones de millones) y medio de dólares. El dólar, además, es la moneda que se usa en más del 80 por ciento de las transacciones comerciales en el mundo, de ahí su importancia en la economía global. Se da el caso, por ejemplo,

⁴⁵ Deutsche Bank Research. *EM oil producers: breakeven pain thresholds*. 16 Octubre 2014. <http://etf.deutscheawm.com/DEU/DEU/Download/Research-Global/2dd-759fe-b80a-4f07-a51c-dd02f4d384e5/EM-oil-producers-breakeven-pain.pdf>

de que Corea del Sur o Tailandia ponen el precio de sus productos en dólares aunque solo el 20 por ciento de los mismos llegue a Estados Unidos. Lo mismo sucede con Australia que lo hace en el 70 por ciento de sus productos, aunque sus exportaciones a Estados Unidos sean del orden del 7 por ciento. En el caso del petróleo y otros *commodities* sus precios siempre se referencian en dólares.

La crisis de 2007-2008 demostró igualmente cómo el dólar es un instrumento esencial en la estabilización de la economía americana. En 2007, ante la explosión de la crisis financiera, que luego llevó a la bancarrota a muchas entidades financieras, el dólar se depreció un 8 por ciento. Dado que la deuda americana está en dólares, la depreciación no tuvo ningún efecto en sus cuentas. Sin embargo, las inversiones de las empresas americanas o las inversiones financieras de sus bancos en el exterior tuvieron una revalorización que llevadas a dólares quedaron automáticamente revalorizadas. Lo mismo sucedió con los intereses devengados por tales inversiones. Todo ello le supuso al erario estadounidense una inyección de 440.000 millones de dólares, que de no haber existido esa preponderancia del dólar le habría conducido a unas pérdidas de unos 660.000 millones de dólares⁴⁶.

La manera en que una moneda juega en la economía viene determinada por la cantidad y las transacciones que se hacen con ella según la conocida teoría cuantitativa del dinero⁴⁷ de Irvin Fisher, cuya fórmula se representa de la siguiente manera:

$$M \times V = P \times T$$

Donde M es la cantidad de dinero, V la velocidad de circulación del mismo, P el nivel de precios y T el número de transacciones (número de bienes y servicios en circulación).

Cuando la creación monetaria no se corresponde de igual manera con la creación de riqueza se genera inflación de los precios. Si bien una excesiva demanda de activos financieros (o inmobiliarios) generará inflación financiera. De ahí que la Reserva Federal americana utilice la creación de dólares como una medida de lucha contra el estancamiento económico.

Sin embargo, la puesta en el mercado de un mayor número de dólares generará inflación, que puede ser muy negativa por encima de ciertos valores. La inflación cuando es muy alta lleva al descontento social por los elevados precios de los bienes de consumo más esenciales.

⁴⁶ EICHENGREEN, B. *Exorbitant Privilege*. Oxford University Press. 2011.

⁴⁷ LAIDLER, D. *Professor Fisher and the Quantity Theory - A Significant Encounter*. http://economics.uwo.ca/research/departament_working_papers_docs/wp2011/wp2011_1.pdf

En lo fundamental, existen cuatro formas de manipular el valor de una divisa:

- Bajar los tipos de interés.
- Comprar activos de otros países, como hace China para mantener el valor de su moneda respecto del dólar.
- Aumentar la circulación de dinero con medidas exclusivamente financieras, lo que se viene usando bajo el término de *Quantitative Easing* (QE) o Relajación Financiera, y también Expansión Monetaria.
- Intermediar en los mercados de *commodities* mediante la compra de productos, esencialmente oro, plata, etcétera, para contrarrestar el efecto del dólar, o como hizo Irán en su día para evitar el efecto del embargo.

La Expansión Monetaria es un método de aumentar la circulación monetaria sin necesidad de imprimir moneda. Se trata de poner a funcionar la máquina de fabricar dinero mediante la compra de deuda pública (o privada). Los Gobiernos que lo usan emiten moneda para ese exclusivo fin. Ello permite a los bancos centrales estimular la economía mediante la compra de activos financieros públicos o de bancos privados a fin de inyectar una cierta cantidad de dinero en el sistema por vías indirectas, evitando el aumento de la inflación.

Dada la preponderancia del dólar en el comercio mundial, el instrumento de *QE* usado por el Gobierno americano tiene unos efectos negativos en otros muchos países ya que «exporta inflación». Dado que la *QE* no es sino imprimir dinero mediante la compra de activos financieros, lo que lleva a incrementar la estructura de costes de los países exportadores, en este caso China y otras economías emergentes de Asia Pacífico. La Reserva Federal tiene un fácil mecanismo debido al peso del dólar en el mundo: cuando le interesa reducir la cantidad de dinero le basta vender productos financieros a través de los *brokers* que operan globalmente. Inversamente, si lo que busca es aumentarla, sale a comprar. Una manera, por otra parte, de controlar otro de los elementos financieros esenciales aparte de la divisa, como son los tipos de interés a corto o medio plazo. Y es que en la globalización financiera los cambios de valor entre las divisas actúan de forma inmediata en los tipos de interés. De manera que el *Quantitative Easing* en Estados Unidos se transmite de forma inmediata a las economías íntimamente conectadas con este país y muy especialmente China, debido a la estrecha conexión entre el yuan y el dólar.

Para evitar estos efectos, China muy especialmente se ve obligada a intermediar en los mercados de *commodities*, ya sea petróleo, oro, plata, etcétera, y también mediante tomas de participaciones accionariales en compañías mineras o petroleras, sin olvidar la intermediación en los mercados agrícolas e incluso realizar compras en lagos de propiedad

privada o incluso glaciares como ha ocurrido en Patagonia⁴⁸. Todo un esquema geopolítico donde la actividad financiera entronca con el comercio de materias esenciales para el desarrollo económico, que va incluso más allá de los intereses políticos de las grandes potencias y se mueve en el terreno de la especulación financiera. Una especulación que en el caso de los alimentos comenzó hace quince años cuando Estados Unidos decidió romper con el existente control de esos mercados mediante el *Commodity Futures Modernization Act* en el año 2000, abriendo la posibilidad de operaciones *Over the Counter (OTC)* a los intermediarios financieros y *hedge funds*⁴⁹. Operaciones *OTC* que en su conjunto son más de diez veces el PIB mundial anualmente⁵⁰.

¿Existen las guerras del agua?

El agua se interrelaciona con la energía y con la alimentación en un triángulo muy estrecho, ya que es esencial en la industria, en la producción energética y fundamental para la agricultura. Un triángulo que afecta de manera determinante al cambio climático según muestra la Figura 16⁵¹. El agua, además, es esencial para la vida y para el sostenimiento de la economía. Sin embargo, sus fuentes están muy desigualmente repartidas: más de 1.000 millones de personas no tienen acceso fácil a ella, y 2.500 millones no tienen ningún sistema de saneamiento. Con la circuns-

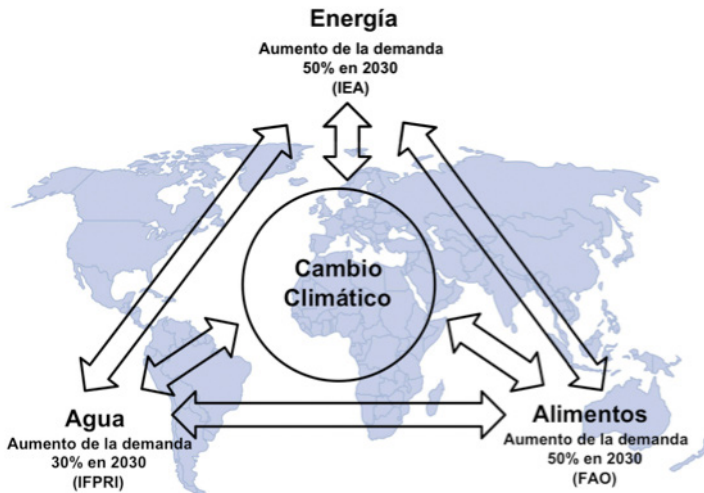


Figura 16. Relación entre agua, energía, alimentación y cambio climático.

⁴⁸ RICKARDS, J., *Currency Wars*. Penguin Books. 2011.

⁴⁹ OLIER, E., *Codicia Financiera*. Pearson. 2013.

⁵⁰ Bank for International Settlements. *Derivatives Statistics*. 30 Abril 2015. <http://www.bis.org/statistics/derstats.htm>

⁵¹ OLIER, E., editorial. *La gestión estratégica del agua*. Revista Seguridad Global 03. Instituto Choiseul. Primavera 2012. pp. 5-8.

tancia de que esa distribución desigual lleva a que Asia, por ejemplo, con el 61 por ciento de la población mundial, solo dispone de un 36 por ciento de agua utilizable, mientras que Europa, con el 12 por ciento de la población, tiene el 8 por ciento de reservas hídricas, y América del Sur, que acoge al 6 por ciento de la humanidad, tiene el 26 por ciento del total a nivel mundial. Y esa distribución tan diversa es la causa de algunos conflictos geopolíticos que se dan donde la escasez se hace más crítica.

La agricultura emplea el agua en dos formas, llamadas colores del agua⁵². El agua verde es el agua procedente de la lluvia y que se almacena en las capas superficiales del suelo, quedando al alcance de las plantas, pero siendo inválida para otros usos. La agricultura de secano se nutre de agua verde. El agua azul también procede de las precipitaciones pero se acumula de forma captable en los cuerpos superficiales o subterráneos de agua. Su empleo requiere captarla de las fuentes —ríos, lagos, acuíferos— y transportarla hasta el punto de consumo, pero permite un mayor control y regulación, y puede ser gestionada.

El agua virtual es un concepto acuñado por el geógrafo Anthony J. Allan para explicar cómo el comercio mundial de algunos alimentos y productos agrícolas permite trasladar a lo largo del planeta el equivalente a grandes cantidades de agua. El agua virtual es el agua necesaria para producir un producto, desde la obtención de las materias primas hasta que es consumido. Por ejemplo, cuando España importa una tonelada de trigo de Gran Bretaña, está importando de manera virtual un millón de litros de agua. Esa tonelada de trigo descargada en un puerto español puede tener un coste de 220 euros, que resultan del precio de compra y el transporte, considerando unos 15 €/Tm. De esta manera, una forma barata de «producir agua» es importarla incorporada en productos básicos de menor precio y mayor contenido de agua virtual; por ejemplo, los cereales y los piensos para el ganado. Se trata de materias primas de bajo coste unitario, fáciles de transportar y con enormes cantidades de agua virtual incorporadas⁵³. En este caso, por ejemplo, para producir un kilogramo de queso se necesitan, aproximadamente, entre 5.000 y 5.500 litros de agua, y para lograr un kilo de carne son precisos 15.000 litros de agua. Incluso para tener un *chip* de 2 gramos hay que aportar alrededor de 32 litros de agua⁵⁴.

El caso de China por la importancia del país en el contexto global es paradigmático. Si la China del sur concentra el 80 por ciento de las reservas

⁵² LLAMAS, M. R. *Los colores del agua. El agua virtual y los conflictos hídricos*. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. 99. N.º 2, pp. 369-389.

⁵³ GARRIDO, A., y CUSTODIO, E. *Claves y oportunidades para un pacto del agua en España*. Revista Seguridad Global 03. Instituto Choiseul. Primavera 2012. pp. 21-32.

⁵⁴ HOESTRA, A. Y. *Virtual Water. An Introduction*. Virtual Water Trade. Preceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Ed. A.Y. Hoestra. Febrero 2003. pp 14-23.

de agua y el 55 por ciento de la población del país, la China del norte parece un pariente pobre: tiene menos del 15 por ciento del agua disponible, a la vez que soporta el 45 por ciento de la población. Las estadísticas muestran que ciertas provincias del norte disponen menos de 500 metros cúbicos de agua por habitante y año, lo que les sitúa por debajo del umbral de estrés hídrico y al mismo nivel que países como Argelia (478 metros cúbicos de agua por habitante y año) y Yibuti (475 metros cúbicos de agua por habitante y año). A esto se une el hecho de la reducción paulatina de las reservas hídricas del país, donde más del 90 por ciento de los cursos de agua, comprendido el río Amarillo, están secos durante una parte del año. Comparado con 1950, la superficie de los lagos chinos ha disminuido el 15 por ciento y, de ellos, los pantanos naturales el 26 por ciento.

La parte norte de China, y sobre todo el nordeste, es la más afectada por una falta crónica de agua. Una ciudad como Pekín está particularmente influida por esta escasez, y ya en el verano del año 2000 tuvo que proceder a un importante racionamiento de agua⁵⁵. En este mismo artículo, Frank Galland informa de las acciones llevadas por China en la desértica región de Xinjiang, donde, para mantener el desarrollo de la zona a través de la exportación de algodón, China lanzó ya en 1997 un programa de trabajos de adecuación en el río Irtych, que comenzó con la construcción de un canal de 300 kilómetros de largo y 22 metros de profundidad, con los consiguientes problemas con el vecino Kazajistán, ya que el Irtych toma sus fuentes en los montes de Altái en Mongolia, se mueve por China occidental antes de atravesar Siberia durante 4.248 kilómetros, para convertirlo en uno de los ríos más largos del mundo. Un río que, por muchos motivos, resulta fundamental para la economía de Kazajistán. En concreto, es esencial para el suministro de agua de la ciudad de Almaty, la principal ciudad del país.

Problemas similares existen a lo largo de la frontera entre Rusia y China, ya que China mantiene la intención de llevar una parte del agua al río Oussouri, que fue ya el teatro de incidentes fronterizos entre Rusia y China durante 1969 en los tiempos de la ruptura chino-soviética. De igual manera, Rusia ha acusado varias veces a China de los referidos problemas sobre el río Amur, el más largo de Siberia y el cuarto de Asia.

Lo que sucede en China no es, por supuesto, único. En el mundo existen más de 260 cuencas hidrográficas internacionales, y una gran mayoría de ellas están localizadas en regiones donde se da cierta escasez de agua y son, entonces, el origen de conflictos relacionados con este elemento esencial para la vida. Además del caso chino antes aludido, está Oriente Medio, el oeste de África, la propia Asia Central y Asia del

⁵⁵ GALLAND, F. *Géopolitique de l'eau en Chine*. <http://www.diploweb.com/Geopolitique-de-l'eau-en-Chine.html>

Sur. De manera que asegurar el aporte hídrico resulta imprescindible en muchos lugares.

Existen actualmente tres zonas de especial tensión geopolítica en relación con el agua: el río Brahmaputra, en la confluencia de China, India y Bangladesh; el conflicto en el Nilo entre Etiopía y Egipto; y el río Tigris en la confluencia de Turquía e Iraq.

El primer caso tiene que ver con la construcción por parte de China de una presa en el nacimiento del Brahmaputra en el Tíbet, zona además de otras tensiones políticas en esa zona. Este río, que tiene una longitud cercana a los 3.000 kilómetros, nace como se ha dicho en el Tíbet y se mueve a lo largo del Estado hindú de Arunachal Pradesh antes de confluir en el Ganges, para llegar a la bahía de Bengala en Bangladesh. Para China se trata de una fuente esencial de energía hidroeléctrica. De ahí la construcción de la presa. Sin embargo, este río, aparte de las consideraciones religiosas, es clave para el desarrollo de la agricultura en India y Bangladesh. Ya se entiende, por tanto, el origen del problema.

El caso de Etiopía y Egipto nació en 2011 ante el anuncio por parte del Gobierno etíope de construir lo que se llamó el *Grand Ethiopian Renaissance Dam*. Una presa de 6.000 megavatios de capacidad de producción de energía eléctrica que estaría situado en el Nilo Azul cerca de la frontera con Sudán. Económicamente la presa es una solución muy necesaria para Etiopía, sin embargo, su construcción pone en serio riesgo las necesidades hídricas de Egipto.

El tercer ejemplo de geopolítica relacionada con el agua se refiere a Turquía e Iraq. El Gobierno de Erdogan está embarcado en la construcción de la presa Ilisu en el río Tigris junto a la frontera de Iraq. Un proyecto que pretende generar 1.200 megavatios de potencia hidráulica, lo que supondría alrededor del 2 por ciento de la energía eléctrica de Turquía. Un problema que podría «secar» las fuentes del Éufrates y el Tigris, e incluso impedir que su curso llegara hasta el mar.

En general, aparte de los tres ejemplos anteriores, si bien se puede decir que la globalización del comercio a través del agua virtual ha eliminado en muchos puntos las tensiones relativas al agua, no hay que olvidar otras zonas donde su escasez o la necesidad de utilizarla para generar electricidad o aumentar el potencial agrícola lleva a tensiones geopolíticas. En este sentido la Figura 17⁵⁶ muestra las zonas geopolíticamente «calientes» del mundo debido a estos conflictos relacionados con el agua, algunos reales y otros que provienen de intereses políticos confrontados.

⁵⁶ OLIER, E. *Geoeconomía. Las claves de la economía global*. Pearson 2011 (2.ª ed. 2013). Gráfico elaborado a partir de datos en: LASSERRE, F. *Les guerres de l'eau: L'eau au coeur des conflits du XXIe siècle*. Editions Delavilla. 2009.

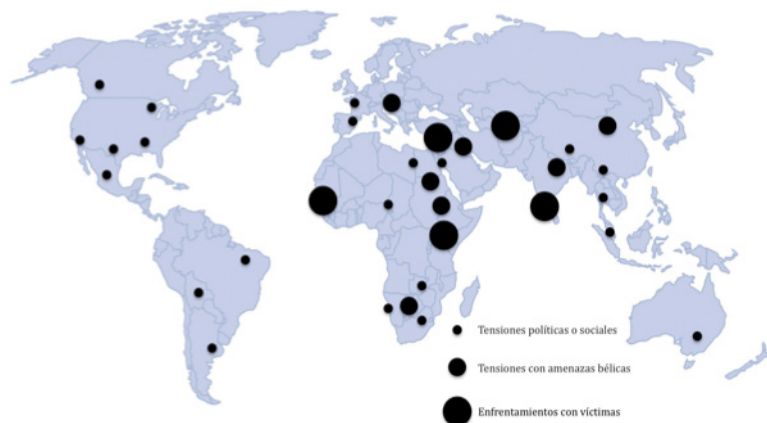


Figura 17. Conflictos geopolíticos relativos al agua.

En otro orden, tal como se indicó con la Figura 16, el agua tiene su entronque con la energía y con la alimentación, y las tres se enlazan con el cambio climático, ya sea desde la contaminación de ríos y mares, o desde las emisiones de CO_2 a la atmósfera.

El Protocolo de Kioto firmado en 1997 por treinta y siete países industrializados en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre cambio climático, trató de consensuar la reducción de las emisiones de carbono. Se trataba de bajar la cantidad de gases emitidos un 5 por ciento respecto del nivel en 1990, durante el período 2008-2012. El Protocolo considera seis gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO_2), metano, óxido nitroso, hidrofluoruro de carbono, perfluoruro de carbono y hexafluoruro de azufre. Aunque el gas más contaminante a estos efectos es el CO_2 , ya que es el causante del 80 por ciento del calentamiento global, pues es el gas que atrapa a los rayos infrarrojos del sol que no pueden escapar de la atmósfera hacia el exterior. Incluso con la absorción del 50 por ciento por parte de los océanos y de la vegetación terrestres del CO_2 emitido, los niveles esperados hacen suponer un incremento del 10 por ciento en los próximos veinte años. Estados Unidos no se adhirió por estimar que, al ser el país con mayor emisiones, esto penalizaría su desarrollo económico. China (segundo emisor global) e India (quinto emisor) no fueron obligadas a desarrollar una agresiva política de reducciones porque se entendía que esto penalizaba su desarrollo, por un lado, y por otro porque el nivel de emisiones per cápita era mucho menor que el de los países industrializados. La ineficacia en llevar a la práctica los planteamientos de Kioto llevó a la conferencia de Copenhague de diciembre de 2009. Una reunión que, si bien, acordó ciertos presupuestos de mejora ambiental, como la reducción de 2 °C la temperatura global, no

tomó ninguna decisión respecto del cómo se habría de lograr. Una situación que paraliza otro tipo de situaciones como son las de las poluciones de los ríos y océanos, como se ha dicho.

Conclusiones

Todo lo anterior nos lleva a sacar algunas conclusiones que tienen que ver con los intereses geopolíticos en relación con los recursos naturales. El primero, en este sentido, se concentra en la importancia de la energía para el sostenimiento de la economía de cualquier país. Sin energía no es posible el desarrollo económico. En consecuencia, las zonas en las que tales recursos naturales se dan con profusión continuarán estando en el centro de los problemas geopolíticos mundiales. Durante ocho años, de 2005 a 2013, trece expertos mantuvieron un interesante *blog*⁵⁷ (*The Oil Drum*) con interesantes artículos respecto de la energía y el futuro del mundo. Muchos de los problemas relacionados con la energía y su futuro pueden encontrarse sintéticamente ahí. En uno de sus artículos⁵⁸, aunque escrito en 2008, apunta a los diferentes conflictos geopolíticos relacionados con la energía que tienen que ver con lo ya tratado en este trabajo: los conflictos de la propiedad de las reservas por parte de las naciones Estado, la conservación de la producción como algo que supera lo anterior, el excesivo mercantilismo que tiene que ver con la economía de la energía, la inseguridad existente por los conflictos armados entre facciones opuestas en zonas críticas para el suministro, la corrupción existente en muchos países productores, la manipulación de los precios actuando sobre la oferta o introduciendo mecanismos financieros en la misma, etcétera

Entre ellos ha aparecido un riesgo nuevo en este panorama: la existencia del Estado Islámico y su control con buena parte de las reservas petrolíferas de Irak. Una nueva economía de la energía que soporta la financiación de grupos terroristas⁵⁹. Así, tal como abre la introducción del artículo de Brisard y Martínez, el llamado Estado Islámico tiene el control de un territorio del mismo tamaño que el Reino Unido, con 10 millones de habitantes; teniendo el control de varias provincias sirias e iraquíes, o que le da una capacidad industrial y comercial basada en lo fundamental en el petróleo y también en la agricultura y ciertos minerales, lo que se estima en la propiedad de más de 2 billones (millones de millones) de dólares en activos, con unos ingresos anuales cercanos a los 3.000

⁵⁷ *The Oil Drum*. <http://www.theoil drum.com>

⁵⁸ VAIL, J. *Geopolitical Disruptions #2: Identifying the Feedback Loops*. 8 septiembre 2008. <http://www.theoil drum.com/node/4473>

⁵⁹ Brisard, J. C., y MARTÍNEZ, D. *Islamic State: The Economy-Based Terrorist Funding*. Thomson Reuters Accelus. Octubre 2014. <http://accelus.thomsonreuters.com/sites/default/files/GRC01815.pdf>

millones de dólares. Un volumen nada despreciable que apunta hacia nuevas tensiones en una zona que, como Oriente Medio, es la mayor del mundo en productos petrolíferos.

En otro ángulo, el papel de Irán en todo ese contexto y el de Rusia y sus reservas gasísticas cara al suministro de gas hacia Europa complican de manera extrema el panorama geopolítico, en el cual Europa, desprovista de materias primas, se puede enfrentar a múltiples problemas de suministro. No en vano, la tranquilidad del sur de Europa por su conexión con las fuentes de Argelia y Libia no dejan tampoco de plantear riesgos hacia el futuro, especialmente por los problemas estructurales de la política de Libia y por los contagios extremistas a los que está siempre sometido el mundo musulmán desde sus propias sociedades⁶⁰.

Un contexto geoeconómico donde la utilización de la energía será siempre un instrumento de dominio geopolítico que, en el contexto de la globalización, se mezcla siempre con la referida «financiarización» de la economía, en el sentido de que los instrumentos financieros en forma de derivados o estructurados, o la manipulación financiera de los *commodities* entrará igualmente en el juego geopolítico.

Referencias

- AREZKI, R.; BLANCHARD. *Seven Questions about the Recent Oil Price Slump*. IMFdirect, 22 Diciembre 2014. <http://blog-imfdirect.imf.org/2014/12/22/seven-questions-about-the-recent-oil-price-slump/>
- ARON, L. *The political economy of Russian oil and gas*. American Enterprise Institute. 29 Mayo 2013. <https://www.aei.org/publication/the-political-economy-of-russian-oil-and-gas/>
- BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. *Derivatives Statistics*. 30 Abril 2015. <http://www.bis.org/statistics/derstats.htm>
- BRISARD, J. C.; MARTÍNEZ, D. *Islamic State: The Economy-Based Terrorist Funding*. Thomson Reuters Accelus. Octubre, 2014. <http://accelus.thomsonreuters.com/sites/default/files/GRC01815.pdf>
- BRZEZINSKI, Z. *The Grand Chessboard. American Primacy and its Geostategic Imperatives*. Basic Books. Septiembre, 1998.
- EUROPEAN COMMISSION. Commission Staff Working Document. *In-depth study of European Energy Security*. http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20140528_energy_security_study_0.pdf.

⁶⁰ CHIVVIS, C. S., y MARTINI, J. *Libya after Qaddafi. Lessons and Implications for the Future*. RAND Corporation. 2014. http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR500/RR577/RAND_RR577.pdf

- CARNEGIE MELLON UNIVERSITY. Scott Institute for Energy Innovation. *Shale Gas and the Environment: Critical Need for a Government–University–Industry Research Initiative*. Marzo, 2013. <https://www.cmu.edu/energy/public-policy/policymaker-guide.pdf>
- CHIVVIS, C. S.; MARTINI, J. *Lybia after Qaddafi. Lessons and Implications for the Future*. RAND Corporation. 2014. http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR500/RR577/RAND_RR577.pdf
- DEUTSCHE BANK RESEARCH. *EM oil producers: breakeven pain thresholds*. 16 octubre 2014. <http://etf.deutscheawm.com/DEU/DEU/Download/Research-Global/2dd759fe-b80a-4f07-a51c-dd02f4d384e5/EM-oil-producers-breakeven-pain.pdf>
- EICHENGREEN, B. *Exorbitant Privilege*. Oxford University Press. 2011.
- EUROPEAN COMMISSION. *Critical Raw Materials for the EU*. Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. Julio, 2010. http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/report-b_en.pdf
- FEDERACIÓN RUSA. *Bases de la política estatal de la Federación Rusa en el Ártico para el período hasta 2020 y más adelante*. <http://www.scrf.gov.ru/documents/98.html>.
- GALLAND, F. *Géopolitique de l'eau en Chine*. <http://www.diploweb.com/Geopolitique-de-l-eau-en-Chine.html>
- GARRIDO, A.; CUSTODIO, E. *Claves y oportunidades para un pacto del agua en España*. Revista Seguridad Global 03. Instituto Choiseul. Primavera 2012. pp. 21-32.
- HUMPHRIES, M. *Rare Earth Elements: The Global Supply Chain*. Congressional Research Service. United States. Diciembre, 2013. <https://www.fas.org/sgp/crs/natsec/R41347.pdf>
- HUNTINGTON, S. *The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order*, Simon & Schuster. New York. 1998.
- KILIAN, L. *Oil Price Shocks: Causes and Consequences*. http://www-personal.umich.edu/~lkilian/arre083113_cepr.pdf
- LAIDLER, D. *Professor Fisher and the Quantity Theory - A Significant Encounter*. http://economics.uwo.ca/research/department_working_papers_docs/wp2011/wp2011_1.pdf
- LASSERRE, F. *Les guerres de l'eau: l'eau au coeur des conflicts du XXI^e siècle*. Editions Delavilla. 2009.
- LLAMAS, M. R. *Los colores del agua. El agua virtual y los conflictos hídricos*. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. 99. N.º 2. pp. 369-389.
- LOROT, P. *La géoéconomie, nouvelle grammaires des rivalités internationales*. L'information géographique. 2001. pp.43-52.

- LUTTWAK, E. *From Geopolitics to Geoeconomics: Logic of Conflict, Grammar of Commerce*. The National Interest. Summer 1990. pp. 17-23. <http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/IMG/pdf/FD001147.pdf>
- LUTTWAK, E. *The Endangered American Dream*. Simon & Shuster, New York. 1994.
- MACKINDER, H. J. *The Geographical Pivot of History*. The Geographical Journal. Vol. 23. N.º 4. Abril 1904. pp. 421-437.
- MICHEL, S.; BEURET, M. *La Chinafrique*. Hachette. 2008.
- NYE, J. *Soft Power: The Means to Success in World Politics*, PublicAffairs, 2004.
- NYE, J. *Get Smart. Combining Hard and Soft Power*. Foreign Affairs. Julio-Agosto 2009. <https://www.foreignaffairs.com/articles/2009-07-01/get-smart>
- NYE, J. *The Powers to Lead*. Oxford University Press. 2008.
- OLIER, E. *Geoeconomía. Las claves de la economía global*. Pearson-Prentice Hall. Madrid. 2011 (2.ª ed. 2013).
- OLIER, E. *Editorial*. La gestión estratégica del agua. *Revista Seguridad Global 03*. Instituto Choiseul. Primavera 2012. pp. 5-8.
- OLIER, E. *Codicia financiera. Cómo los abusos financieros han destrozado la economía real*. Pearson. 2013.
- OLIER, E. *Los recursos vitales energéticos*. Conferencia en el LII Curso Monográfico. CESEDEN. 40 pp. 4 noviembre 2014.
- OLIER, E. *Los riesgos de la situación económica mundial*. Conferencia en el I Curso de Defensa Nacional para Jóvenes. CESEDEN. 11 noviembre 2014. 52 pp.
- OLIER, E. *Curso de Geoeconomía II (Interactive E-learning con 350 alumnos en 12 Campus)* en el Máster de Inteligencia Competitiva y Geoeconomía. TEC Monterrey. México. 2015. 96 pp.
- OLIER, E. *Curso sobre geopolítica de la energía*. Programa SPAMEX. Universidad Sergio Arboleda. Madrid, 29 de mayo de 2015. 101 pp.
- PARKER, G. *Western Geopolitical Thought in the Twentieth Century*. Routledge. Oxon. 1985.
- PAVA, A. *Who has the Oil?* <http://www.resilience.org/stories/2007-11-17/who-has-oil>
- RATZEL, F. *The History of Mankind*. 1898. Libro digitalizado. <https://archive.org/details/historyofmankind03ratzuoft>
- RICKARDS, J. *Currency Wars*. Penguin Books. 2011.
- SVERIGES RIKSBANK. *Effects of the falling oil price on the global economy*. Febrero 2015. pp. 45-51. http://www.riksbank.se/Documents/Rapporter/PPR/2015/150212/rap_ppr_150212_eng.pdf
- VAIL, J. *Geopolitical Disruptions #2: Identifying the Feedback Loops*. 8 septiembre 2008. <http://www.theoil drum.com/node/4473>

El mar y la seguridad de los océanos

Ángel Tafalla Baldúz

Capítulo segundo

Resumen

Un video público de la Marina norteamericana resume de manera brillante nuestra dependencia del mar y los océanos. En él se señala que el 70 por ciento de la superficie terrestre está cubierta por agua, el 80 por ciento de la población mundial vive cerca del agua y el 90 por ciento del comercio global se hace a través del agua.

Nos podemos preguntar pues —añadiendo además el asunto de los recursos marinos— ¿qué tanto por ciento de nuestra atención deberíamos prestar a los mares y océanos? ¿cómo de seguros son estos espacios marítimos? Este capítulo trata de explorar estas preguntas y encontrar alguna de las respuestas.

Abstract

A public USN video shows brilliantly the USA dependence on the seas and oceans. It noted that 70% of the land surface is covered by water, 80% of the world population lives near water and 90% of global trade is done through water. We can ask as well-adding the issue of marine resources - What percentage of our attention we should pay to the seas and oceans? How safe are these maritime areas? This chapter attempts to explore these questions and find some of the answers.

Palabras clave

Océanos, Ártico, Indico, Pacífico, tráfico marítimo, contenedores, espacios de conexión, estrechos y canales, pesca, energía, recursos minerales, oleoductos, gaseoductos, gas natural licuado, hegemonía naval, Marinas de guerra, derecho marítimo internacional, China, piratería.

Key words

Oceans, Arctic, Indian, Pacific, Shipping, container, connecting spaces, straits and canals, fisheries, energy, mineral resources, oil and gas pipelines, liquefied natural gas, naval hegemony, navies, international maritime law, China, piracy .

Introducción

La mar no se ocupa o domina como la tierra. El control del mar siempre ha sido y será relativo. Esto imprime una continuidad histórica a la acción del hombre sobre la mar, incluso en esta situación actual que denominamos globalización. Dentro de esta continuidad buscaremos qué está cambiando.

Incluso en esta época «líquida» de cambios de reglas de convivencia internacional —inmersos en una dolorosa y desconcertante búsqueda de un nuevo orden estable— nos atrevemos a afirmar que los océanos continúan siendo lo que siempre han sido. Que los hombres y las naciones que actúan sobre ellos siguen, más o menos, las mismas pautas que tradicionalmente han perseguido históricamente.

Los océanos son básicamente dos cosas: espacios de conexión de personas/mercancías y fuente de recursos minerales y orgánicos. Así lo fueron desde la más remota antigüedad y así lo siguen siendo hoy.

Lo que sí ha variado de espectacular manera en la época actual de la globalización es la escala de dichas dos actividades. Esto puede ocasionar consecuencias que evolucionen rápidamente. Más que tratar de averiguar dichas consecuencias, deberíamos estar preparados para reaccionar cuando se materialicen. Trataremos en este trabajo de identificar alguno de los factores más significativos que actúan sobre ellas.

Las acciones militares —hoy preferimos decir de seguridad— sobre esos mares y océanos no son tampoco radicalmente muy diferentes de las que emprendieron nuestros antepasados aunque la tecnología tiene sobre ellas un enorme impacto.

La historia ha visto transcurrir muchas hegemonías navales, sin embargo la actual norteamericana no tiene precedentes en su grado; pese a ello está muy lejos de ser determinante por razones no marítimas que se desarrollarán posteriormente.

Espacios de conexión

Resumen

Repasaremos vertiginosamente en este primer apartado los antecedentes históricos, es decir, cómo han sido estos espacios de conexión en la antigüedad. Veremos así mismo cómo ha evolucionado hasta el momento el tráfico de contenedores, el de los vehículos de ruedas y el de energía y sus entidades. Finalizaremos mencionando la importancia de las conexiones submarinas de datos.

Antecedentes históricos

Los océanos siempre han conectado los núcleos humanos establecidos —naturalmente— en tierra firme. Pero la dimensión y diversificación de las conexiones actuales no tiene precedente.

Tomemos como ejemplo el Imperio español. Durante cientos de años la humanidad pudo contemplar el primer Imperio de dimensiones geográficas globales: desde Europa a las Filipinas pasando por América. La conexión marítima, asegurada por la Armada, permitió a nuestro Imperio financiarse con la plata de América y en menor escala con un comercio mundial en régimen de monopolio a través del cual se extendió en Europa el cultivo de la patata y el maíz, por solo mencionar dos ejemplos entre los posibles miles. Gracias a esta financiación, una España pobre en recursos y población pudo mantener las luchas de religión en Europa que era el centro de gravedad y por lo tanto el teatro principal —acertado o equivocadamente— que nuestros antepasados consideraban tenía nuestro Imperio.

En la dirección opuesta —de metrópoli a ultramar— se mandó lo mejor —y quizás lo único que tenía aquella sobre extendida Castilla: sus hombres y mujeres, su fe —es decir la versión de nuestra trascendencia— y una cultura gracias a la cual las palabras madre, dignidad, perdón y amor —entre otras muchas— significan lo mismo para cientos de millones de personas en el mundo, incluso siglos después de que las luces de nuestro Imperio se apagaran para siempre. Aquella conexión —a través de mares y océanos a los que los españoles pusimos nombre— fue esencial y evidentemente marítima. Como la mayoría de los imperios que nos precedieron y todos los que siguieron.

Evolución de las conexiones marítimas

En la época actual esta conexión ha sido complementada con la que a través de la atmosfera, y más allá en el espacio exterior cercano, junto a la esfera cibernética, nos permite mantener una civilización y un orden mundial que definimos como globalización. Estos espacios de conexión que no pertenecen a nadie —pero son imprescindibles para todos— reciben el nombre de *global commons* en la lengua del nuevo Imperio actual y son ciertamente desarrollos que siguen las mismas pautas de aquellas originales vías marítimas. Incluso usan su misma terminología: navegar, puertos, piratería, etcétera.

La genial —por sencilla y universal— invención del contenedor estándar de 40 pies ha permitido desarrollar un comercio internacional con una eficacia en rapidez y coste sin precedentes. Desde siempre el transporte de mercaderías en naos impulsadas por el viento ha sido enormemente más rentable —más barato— que hacerlo utilizando un

gran número de carretas, bueyes y arrieros. E incluso en determinadas zona, más seguro.

Tras inventarse el ferrocarril y más tarde el motor de explosión, pareció por un momento que el transporte terrestre podría superar al marítimo. Pero el vapor y el motor también llegaron a los buques, manteniéndose así la ventaja en economía del comercio marítimo, aunque permitieran mejorar los medios de distribución terrestre hasta el consumidor. Para mover grandes volúmenes de mercancías a distancias considerables —los propios de la globalización— el transporte marítimo será siempre más económico y por lo tanto el elegido para competir.

Los buques portacontenedores y ro-ro

Los enormes buques con capacidad de hasta 19.000 contenedores llegan a determinados puertos donde grúas especiales los descargan a velocidad de 500 toneladas/hora/grúa, para luego salir por ferrocarril o camión hacia su destino final. El transporte desde fábrica a consumidor solo supone una fracción mínima del precio de la mercancía, por lo cual el lugar de fabricación puede optimizarse y estar a miles de millas del de consumo. Tampoco las fábricas tienen que estar contiguas a los lugares de origen de las materias primas de manera forzosa. Las complementarias conexiones cibernéticas permiten también separar los lugares de diseño de los de fabricación, creando así un cuadrado de localizaciones diferentes —diseño, materias primas, fabricación y consumo— que optimizan el comercio. Todo ello porque el transporte marítimo es muy barato. Por eso Japón, en su día, y China y Alemania, actualmente, alcanzan esos niveles de exportación: básicamente por la eficacia de las conexiones marítimas.

El tráfico marítimo de vehículos de ruedas —básicamente coches— es también muy eficaz pero exige buques *ro-ro* especializados, que no existen en el número y tamaño del de los portacontenedores. Una fábrica de coches —Vigo, Valencia, Barcelona— situada en un puerto tiene una gran facilidad para exportarlos.

Tráfico marítimo. Entidad del mismo

Unos 100.000 buques mercantes de gran desplazamiento junto a 4 millones de buques de carga menores y pesqueros materializan esos movimientos, representando un 90 por ciento de todo el tráfico mundial de mercancías. Es posible hoy en día la práctica de abanderar estos buques en cualquier país buscando abaratar costes a cambio de seguir unas regulaciones más o menos permisivas. Esto, que se presta a numerosos abusos, entraña también graves implicaciones de seguridad al no poder determinarse responsabilidades con claridad cuando sucede



Figura 1. Situación geográfica global de los buques mercantes en un momento dado.
Fuente Exact Earth.

algún incidente. Es como si dijéramos el precio en seguridad que hay que pagar por conseguir esa enorme eficacia en el transporte marítimo.

El tipo de transporte que hoy se practica a nivel global es el intermodal. Combina tramos marítimos con terrestres y aéreos, si procede. Lo único que cuenta es el tiempo y precio entre los puntos de salida y entrega.

Si hay un tramo marítimo, como mínimo utilizaremos dos puertos; pero la elección de dichos puertos depende de la calidad de los tramos terrestres o aéreos a los que tienen acceso. Puede llegar el caso de preferir un puerto peor si es que tiene mejores conexiones por autopista o ferrocarril.

Aunque los puertos son vitales para las grandes rutas de transporte, deben contemplarse junto a sus accesos y facilidades de despeje por vías terrestres.

Cómo nos llega la energía

En cuanto a los tráficos de combustibles fósiles que son la base energética de nuestra civilización, se efectúan básicamente por vía marítima siguiendo dos procedimientos: en buques o alternativamente por tubería¹. Los oleoductos y gaseoductos, aunque transcurren o terminan y empiezan por tierra, suelen tener tramos submarinos de vital importancia no sometidos a los vaivenes políticos.

¹ *Statistical Review of World Energy*, 2014, British Petroleum.

Los grandes buques petroleros permiten el transporte económico de grandes cantidades de crudo. Algunos en unos pocos viajes están ya amortizados, tal es el valor de la carga transportada por unas tripulaciones mínimas en buques enormes.

Con relación al gas natural, el enfriarlo a 162 °C a presión atmosférica, reduce su volumen unas 620 veces, lo que permite transportarlo en buques con gran eficacia y competir complementando —o sustituyendo— así a los gaseoductos clásicos. Naturalmente exige terminales para enfriar de salida el gas y calentarlo y gasificarlo en recepción.

Todo lo anterior nos permite afirmar que la energía nos llega básicamente por mar (en Europa un 36 por ciento de la misma; en España alcanzamos un enorme 55 por ciento de dependencia)².

Cómo nos llega la información

Otra de las conexiones básicas que definen nuestra civilización se desarrolla en alto grado por los lechos de mares y océanos. Me refiero a los cables submarinos que conectan datos telefónicos y sobre todo digitales (un 90 por ciento del tráfico de Internet circula por cables submarinos de fibra óptica) que complementados con los enlaces satélite cubren toda la Tierra. Noticias, cotizaciones y datos bancarios, enlaces con nuestros amigos y seres queridos circulan por cables submarinos a la velocidad de la luz.

Los recursos marítimos

Resumen

Estamos en un punto crítico histórico para establecer un equilibrio en la explotación económica de los recursos oceánicos. Equilibrio para evitar un daño ecológico irreversible que los medios técnicos de que disponemos pueden causar. Es el momento de la responsabilidad de la humanidad —de la opinión pública globalizada— y de sus representantes.

Estos altos principios se aplican tanto a la pesca como a los recursos minerales del fondo marino.

Las regiones polares —especialmente la ártica— serán mencionadas especialmente por la volatilidad de su situación.

Acabaremos destacando la generación de electricidad de entre las múltiples actividades que pueden llevarse a cabo en los océanos.

² *Energy Security*. Fernando del Pozo. Instituto Español de Estudios Estratégicos, Nov 2014, p. 10.

La pesca

El recurso tradicional explotado ha sido la pesca. La tecnología (sonares, drones, congeladores en pesqueros y motores marinos) ha tenido un efecto multiplicador en las capturas.

La mejora del nivel económico de amplios sectores de la humanidad junto a las técnicas de congelación ha puesto las proteínas del pescado al alcance de muchos consumidores. Ante este hecho se estima que los dos conceptos clave son:

- a. La explotación de la pesca comercial debe ser sostenible, es decir debe permitirse recuperarse a las especies.
- b. Hay que evolucionar desde la pesca industrial hacia la acuicultura de manera similar como en su día nuestros antepasados transitaron de la caza a la ganadería.

Evolución de la pesca

Las Naciones Unidas estiman que en el 2030 dos de cada tres pescados consumidos procederán de granjas marítimas. En el año 2012 este consumo ya era del 37 por ciento, así que su aumento hasta los 2/3 del consumo (93.000 millones de toneladas) en solo dieciocho años nos puede dar una idea de la evolución de la acuicultura³. Un factor psicológico que hay que tener también en cuenta en esta transición de pesca a acuicultura y que no se menciona a menudo es —en contra de la creencia popular romántica— que el oficio de pescador es muy duro y en las sociedades desarrolladas solo lo desempeñan los que no tienen opción a otro tipo de trabajo. Probablemente en el futuro el pescado que se consuma proceda en su mayoría de piscifactorías complementado con una minoría de determinadas especies o *delicatesen* de extracción pesquera.

Recursos minerales de los fondos marinos

Otro importante recurso, esta vez mineral, a extraer del fondo de los océanos son los combustibles fósiles: crudo y gas natural. La perforación de pozos en el fondo marino para obtener combustible —en general— será siempre más cara que en tierra. Pero si los precios suben, o se buscan reservas, o bien se valora más el aspecto de seguridad en los suministros, pueden llegar (de hecho ya lo son) a ser rentables a medio plazo.

³ *Fish to 2030: Prospects for Fisheries and Aquaculture*, World Bank, December 2013.

Las regiones polares

Los casquetes polares se están reduciendo rápidamente como consecuencia del calentamiento polar. Es factible que pronto se pueda pescar en el océano Ártico. Los Estados Unidos, Rusia y las otras tres naciones costeras del Ártico (Dinamarca, Noruega y Canadá) están decididas a regular en exclusividad las actividades pesqueras de estas nuevas aguas, haciendo un uso creativo del concepto de plataforma continental (especialmente Rusia con su reivindicación de la cordillera sumergida denominada Lomonosov). En febrero de 2014 en Groenlandia alcanzaron un acuerdo inicial en ese sentido. El Consejo Ártico reúne a estas cinco naciones más Suecia, Islandia y Finlandia que no tienen ZEE en dicho océano⁴.

De momento, el 16 de julio de 2015, los cinco primeros han acordado prohibir la pesca comercial más allá de las respectivas ZEE hasta que se haya determinado científicamente el impacto del deshielo sobre la vida marina y la emigración de las distintas especies de peces. Las perspectivas actuales⁵, sin embargo, no son muy prometedoras según algunos expertos, debido a que la estratificación del agua fría procedente del deshielo sobre la relativamente más caliente del fondo impide el movimiento vertical de los nutrientes necesario para el desarrollo de la cadena trófica en las zonas cubiertas por el hielo⁶.

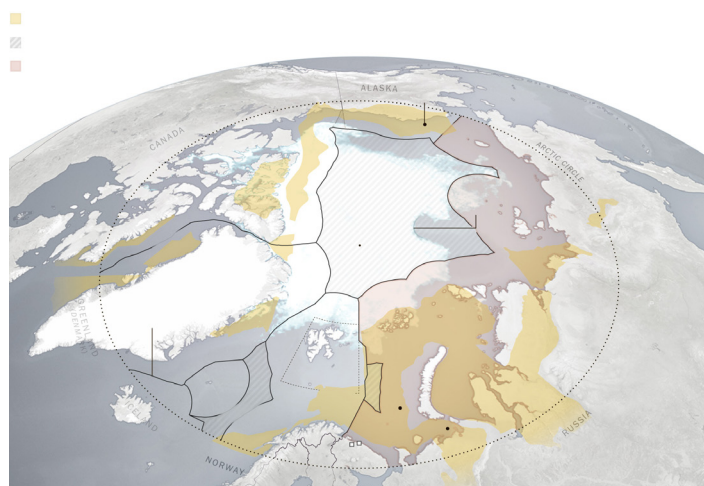


Figura 2. «El océano Ártico».

⁴ http://csis.org/files/publication/150826_Conley_NewIceCurtain_Web.pdf

⁵ U.S. Is Playing Catch-Up With Russia in Scramble for the Arctic - *The New York Times* (http://www.nytimes.com/2015/08/30/world/united-states-russia-arctic-exploration.html?_r=1)

⁶ «The Arctic Tequila Sunset». *The Economist*, 9 febrero 2013.

La generación de electricidad

La posibilidad de generar electricidad con aerogeneradores instalados en el mar va siendo gradualmente explotada. Para el 2030 la Agencia Internacional de la Energía estima que se habrá multiplicado por diez, aumentando desde los 8 GW de 2014 a 29 GW en 2020. Actualmente la electricidad generada desde el mar solo representa el 2 por ciento de la total eólica existente (de ella, el 90 por ciento está en la Unión Europea).

La seguridad de los mares

Resumen

Tanto las conexiones como los recursos marinos afrontan riesgos de seguridad que pueden ser graves en un futuro inmediato. Mencionaremos la piratería tanto en el Índico como la creciente en el golfo de Guinea y otras zonas y la lucha contra la misma.

Repasaremos las reivindicaciones marítimas chinas y su impacto en la evolución del Derecho Marítimo explicando brevemente su origen, normas más destacadas y su evolución. Evolución que presenta riesgos y oportunidades.

La conducta marítima china puede llegar también a ocasionar conflictos «clásicos», que mencionaremos. La hegemonía marítima norteamericana será desarrollada brevemente en sus aspectos más llamativos y mencionaremos su obsesión en contrarrestar la expansión china.

Las derrotas que siguen los buques mercantes, los *choke points* y los puertos serán estudiados por su impacto en la seguridad marítima. Asimismo, mencionaremos las vulnerabilidades del tráfico marítimo y la pesca, con especial énfasis en el océano Ártico.

Por último, nos detendremos especialmente en la hegemonía naval norteamericana y como se centra en el Pacífico.

El renacer de la piratería en el Índico

El riesgo tradicional del comercio (a las mercancías y sobre todo a las personas) ha sido la piratería. La piratería nunca desapareció completamente pero dejó de ser objeto de la atención internacional hasta que el deterioro de la situación en Somalia obligó a centrarse en ella a partir del año 2008. Aunque los diferentes desarrollos legislativos occidentales habían contemplado históricamente la piratería como un delito de jurisdicción universal —candidato pues a ser reprimido por cualquier Marina de Guerra y juzgado en el país de su bandera con independencia de la

nacionalidad de los piratas y de las víctimas— en la práctica no era ya así. Las legislaciones nacionales se habían relajado, centrándose más en la represión del terrorismo —especialmente en su versión nacional— e implícitamente consideraban la piratería como algo superado. Incluso, nuestras opiniones públicas a través de la influencia de películas mayoritariamente anglosajonas las revestían con un cierto (y falso) tinte romántico y heroico.

Varios factores influyeron en que el despertar de la conciencia internacional ante la dimensión del problema fuera realmente lento. En primer lugar, la desesperada situación en Somalia y lo modesto de las embarcaciones y armamento de los piratas somalíes inclinaba inicialmente más hacia la lástima que a la indignación. También, al principio, los armadores de los buques secuestrados preferían negociar con los piratas el rescate de las tripulaciones —pues ese era y es el *modus operandi* del delito en esta zona— que denunciar el hecho. En tercer lugar, la zona testigo de las fechorías, inicialmente el Índico occidental —posteriormente fue extendiéndose el área— era vital para el comercio entre Europa y el sudeste asiático —principalmente con China, Japón y Corea del Sur— pero no para el que tenía como destino Norteamérica. La hegemónica *US Navy* contemplaba en cierto modo la piratería como algo que no les afectaba directamente, pues pocos buques mercantes de su bandera (salvo los del programa de Naciones Unidas que llevaban alimentos a Somalia) transitaban por sus aguas. También el Índico era testigo de una pesca de altura, especialmente del atún, no regulada y que generaba una cierta mala conciencia ecológica entre las naciones europeas, siendo usada por los piratas somalíes como un intento de justificación pese a que su sensibilidad real por el tema es más que dudosa. Y el cuarto y final factor de este lento despertar ante la magnitud del problema era la falta de voluntad —individual y colectiva— de las naciones para juzgar y eventualmente encarcelar a los piratas capturados. Los intentos de establecer en las naciones africanas tribunales y cárceles dedicados a esta represión alcanzaron un nivel de subvenciones próximo al soborno y a la larga se han mostrado ineficaces pues la mayoría de ellas consideran que bastantes problemas tienen ya con sus vecinos, siendo además los principales perjudicados por la piratería los occidentales.

La reacción contra la piratería

Pero no todo los factores fueron tan adormecedores. Finalmente hubo un cierto despertar y seguramente el lector esté informado de que actualmente el problema de la piratería en el Índico occidental está prácticamente controlado. Repasemos pues los factores de la reacción.

En primer lugar apareció un campeón para dicha reacción. Fue naturalmente el más perjudicado: la Unión Europea (UE), pero ayudado

moralmente por las Naciones Unidas, y materialmente por los Estados Unidos y ciertas naciones asiáticas preocupadas por la dimensión que estaba alcanzando el problema. La UE no siempre destaca por su propensión a utilizar la fuerza militar para resolver los problemas y la piratería en el Índico era claramente uno de ellos. La UE es quizás en su origen una solución económica al exceso de fuerza militar y odios que trajo consigo la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo aquí —por ser una operación marítima y al tener que ser complementada con medidas de desarrollo en Somalia— encontró un campo relativamente abonado para lograr un acuerdo que la hiciera factible. Y así se organizó la Operación Atalanta, que tras siete años de actividad ha conseguido elevar el riesgo que los piratas han de afrontar por sus actividades hasta hacerlas no rentables para ellos. Surgieron además, paulatinamente, otros dos factores: uno económico, otro político. El primero fue que esta piratería estaba afectando, no solo por el importe de los rescates sino por el aumento de los seguros, a todo el comercio internacional. Hecho no siempre fácil de analizar en profundidad pues las compañías que venden seguros siempre ganarán más dinero cuanto más aumenta el precio de la «mercancía». Y no son muy transparentes. Habría muchas preguntas que hacer en la *city* londinense, aunque al final se logró vencer a los parásitos. El factor político —que afectó primordialmente a Estados Unidos— fue la constatación de que tarde o temprano piratería económica y terrorismo acabarían conectándose por las posibilidades que una sinergia ofrecía a ambos. Algo así como la protección al cultivo del opio en Afganistán por los talibanes pese a sus teóricos escrúpulos religiosos.

Estos tres factores de reacción actuaron sobre naciones no europeas que individual o colectivamente —OTAN y otra coalición dirigida por Estados Unidos denominada *Task Force 508* que ejecuta la operación *Ocean Shield* — colaboraron con la Atalanta de manera eficaz pese a la carencia de una sombrilla política acordada comúnmente. Resumiendo, lo que hemos presenciado en el Índico es en cierto modo una vuelta a considerar la piratería como delito de jurisdicción universal, eso sí con las sensibilidades propias de la globalización.

En el Índico prácticamente todos los buques mercantes navegan por las mismas derrotas ortodrómicas —las más cortas— para ahorrar combustible. Esto es así debido a que la competencia económica es terrible y abaratar costes, esencial. Conociendo esto los piratas solo tienen que permanecer al acecho para que pase por delante de ellos la víctima adecuada, generalmente sin protección de guardia armada a bordo, con poca velocidad o bajo bordo para poder usar unas escaleras que transportan para abordarlos.

Al carecer de puertos propios en la zona donde descargar los buques capturados, los piratas somalíes se dedican a exigir un rescate por libe-

rar a las tripulaciones y solo en ciertos casos a —presas sencillas, generalmente pesqueros— utilizar los buques apresados como base o madre para futuros ataques.

La piratería en otras zonas

Pero no en todas las zonas marítimas pasa lo descrito anteriormente. Repasemos brevemente las dos siguientes por la gravedad de los incidentes: el golfo de Guinea y los estrechos de Malaca/Singapur.

La piratería en el golfo de Guinea dirige su atención primordialmente hacia los buques petroleros. Una vez capturados los descargan bien en tierra directamente o trasvasando a otros buques menores. Este *modus operandi* exige, por lo tanto, la cooperación con elementos corruptos en tierra, de los cuales la situación en Nigeria —especialmente en el delta— y otros países del Golfo ofrecen numerosas oportunidades. Esta modalidad de piratería evidentemente supone más riesgo para las tripulaciones de los buques capturados pues ya no son esenciales para los piratas como en el caso del Índico. El volumen de crudo y gas que se origina en el golfo de Guinea es muy importante para la UE (13 y 6 por ciento, respectivamente) y más lo podrá ser en el futuro si se pretenden diversificar las fuentes de procedencia de la energía que Europa necesita para disminuir la dependencia de Rusia. Los Estados Unidos con las técnicas de fracking y el posible acuerdo con Irán probablemente son menos sensibles a las vulnerabilidades del Golfo, aunque el riesgo de contagio de este tipo de crímenes siempre estará presente. Por todo ello estimamos que la UE debería asumir un protagonismo en la represión de la piratería en esta zona ahora que la mejora en el Índico libera medios marítimos. Las importantes dificultades políticas en la zona —especialmente en Nigeria— son evidentes pero ahí la UE tiene una cierta capacidad y experiencia.

El estrecho de Malaca es la principal conexión entre el Índico y el Pacífico occidental. Existen otros pasos entre islas indonesias pero entrañan tránsitos más largos y ciertos peligros hidrográficos, lo que unido a la necesidad de reducir gastos anteriormente mencionada hace que el grueso del importante tráfico marítimo con Asia pase por Malaca. Los delitos contra dicho tráfico adoptan la modalidad de robo a mano armada más que la piratería, residiendo la distinción en que los primeros ocurren en aguas territoriales y los segundos en espacios internacionales de alta mar. Además del Estado-ciudad de Singapur están involucrados en la represión de estos delitos Indonesia y Malasia por razones geográficas evidentes. Estados Unidos muestra también un cierto interés en participar en esta represión y es previsible que la Marina china (PLAN) empiece a operar también en dichas aguas en un futuro inmediato si no se controlan debidamente estas actividades delictivas.

El Derecho Marítimo Internacional (DMI)

Repasaremos ahora otra de las amenazas más graves que se ciernen sobre la libertad de los mares para comerciar, pescar o extraer recursos de sus fondos. Me refiero a las reivindicaciones de China sobre los mares Oriental de China y Amarillo, pero sobre todo en el mar Meridional de China, ignorando el Derecho Marítimo Internacional. Pese a sus nombres, estos tres mares son tan chinos como el Cantábrico podría ser reclamado por los cántabros. Son mares totalmente internacionales y de tránsito obligatorio para multitud de países.

Este Derecho ha evolucionado con gran dificultad —incluso con bastante sufrimiento— a lo largo de los siglos. La Convención acordada en la bahía de Montego (Jamaica) en 1982 y que entró en vigor en 1994 es la codificación más reciente y con más autoridad que establece el régimen de océanos y mares. Se denomina *UNCLOS* en inglés (*United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982*). Estaría fuera del alcance del presente trabajo y de las posibilidades del ponente hacer una exposición de la misma por lo que únicamente nos centraremos en dos de sus aspectos más destacados: alguna de las distintas zonas marítimas que en ella se establecen y los mecanismos de arbitraje ante las disputas que pueden surgir al reglamentar un espacio que es básicamente internacional.

La soberanía de los Estados ribereños —plena sobre su territorio— se extiende sobre un espacio marítimo denominado mar territorial —básicamente con su mismo alcance— aunque un tránsito denominado inocente es definido para permitir la navegación que no dañe al Estado ribereño pero permita el libre movimiento de buques mercantes a través de ella. El tránsito inocente de los buques de guerra entraña abstenerse de determinadas actividades pero también está básicamente permitido. Este mar territorial tiene una extensión, en la práctica, de 12 millas náuticas (MN), definidas a partir de unas líneas de base rectas que tienen que estar establecidas y publicadas por el Estado ribereño. En los estrechos o en general cuando la distancia entre costas de Estados diferentes es menor de 24 MN se recurre a una línea media a definir por consenso, lo que no siempre se consigue fácilmente, dados los intereses económicos frecuentemente enfrentados.

Más allá del mar territorial, se definen otras zonas entre las que se encuentra como más destacada la Zona Exclusiva Económica (ZEE). En ella la soberanía del Estado ribereño se va diluyendo, pues solo puede reglar determinadas actividades de carácter —naturalmente— económico. Alcanza la ZEE hasta unas 200 MN de las líneas base, aunque ciertas consideraciones sobre la profundidad del agua (la plataforma continental) o la necesidad de promediar con otra ZEE aplican. Es una zona importante sobre todo para la extracción de recursos minerales del fondo (presentes

históricos definidos de una manera bastante vaga. En la práctica, publicando en 2009 un viejo mapa imperial con nueve segmentos que recuerdan la lengua de un gato pero sin jamás establecer sus coordenadas geográficas.

Más que esforzarse en demostrar legalmente sus reivindicaciones, el actual Gobierno chino actúa en la práctica —de diversos modos— como si su soberanía sobre los espacios marítimos contiguos a los archipiélagos de las Paracell y Spratlys fuese un hecho reconocido. El mar Meridional de China es un espacio marítimo internacional que cubre unos 425.000 kilómetros cuadrados de agua poco profunda donde abundan los atolones, rocas que velan, arrecifes y bancos de arena que reivindican para sí cinco naciones. China actúa como si su soberanía sobre dicho mar fuese algo ya aceptado, cometiendo agresiones y desafíos que afectan principalmente a los derechos de Vietnam y Filipinas, aunque todas las naciones del sureste asiático están afectadas en mayor o menor grado. Construcciones militares sobre islas artificiales, prospecciones petrolíferas en la ZEE de otras naciones, restricciones a la navegación marítima/aérea y a la pesca son las más desatacadas muestras de esta actuación pretendidamente soberana de China.

En 2013 el Gobierno filipino llevó esta disputa al Tribunal Internacional Marítimo (ITLOS, International Tribunal for the Law of the Sea). China alegó que dicho Tribunal permanente de arbitraje no tenía jurisdicción sobre dicha disputa. Pero dicho Tribunal acaba de declararse competente.. Paralelamente Filipinas persigue otra línea de acción más dura, pues ha firmado acuerdos con Estados Unidos y Japón para que estacionen de manera rotativa fuerzas en su territorio, tratando así de complementar su muy modesta capacidad naval.

Estados Unidos también mantiene una disputa legal con China sobre su interpretación del libre tránsito de buques y aeronaves más allá del límite de las 12 millas náuticas. Su posición legal está, no obstante, bastante debilitada al no haber ratificado todavía el *UNCLOS* pues se opone a ello su Senado. Por eso no puede denunciar a China ante el Tribunal Internacional Marítimo⁷.

El despertar estratégico de Japón

Las provocaciones marítimas chinas —y no debemos olvidar que tienen misiles con armamento nuclear en ellos— puede acarrear otra consecuencia negativa: el hacer revivir el músculo militar japonés y su voluntad de emplearlo caso de sentirse amenazado.

⁷ http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf

El acierto norteamericano a la finalización de la Segunda Guerra Mundial —en concreto del general MacArthur— al no destituir al emperador japonés y mantener casi intacto el fuerte tejido social del país, evitó que cayera en un caos similar al que se apoderó de Irak tras el derrocamiento de Sadam Husein y la subsiguiente desbandada del ejército y del partido Baaz, verdaderas columnas vertebradoras de este último país.

Japón, desde el final de la guerra mundial, ha vivido de las seguridades norteamericanas frente a los tipos de agresiones que suelen ser habituales en esta zona del Pacífico. Si la credibilidad del paraguas norteamericano fallara ante las provocaciones chinas o coreanas del Norte, la evolución militar japonesa seguiría pautas que no gustarían a nadie. Así al menos lo muestra la historia en el pasado.

Conducta marítima china. Posibilidad de otros conflictos

China mantiene además dos conflictos «clásicos» con Japón y Taiwán. Con Japón por la posesión de unas islas deshabitadas —pero ricas en pesca y quizás en hidrocarburos— denominadas Diaoyu/Senkaku, que se encuentran al final meridional del archipiélago japonés de las Ryukyu y muy cerca pues de Taiwán. Más allá de los aspectos económicos, las Diaoyu/Senkaku son un campo de enfrentamiento para solventar rencillas tradicionales aventadas por odios históricos. Esto ciertamente no ayuda a encontrar soluciones racionales a la disputa. Ambas naciones ventilan odios antiguos a través de este conflicto y el valor de estas islas —al menos comparado con los previsibles precios a pagar por un enfrentamiento— claramente no compensa.

El hipotético enfrentamiento entre China continental y un Taiwán que intenta preservar su independencia también hunde sus raíces en emociones profundas que parten del nacionalismo reivindicativo de los primeros. La independencia de Taiwán está garantizada en la práctica, únicamente, por las seguridades norteamericanas. De momento esta amenaza no parece inminente pues el Gobierno chino prefiere —hasta la fecha— reforzar los lazos comerciales y los viajes turísticos adoptando las técnicas de gota a gota proverbiales en su cultura.

De todos modos Diaoyu/Senkaku y Taiwán son algo así como lugares de torneo medieval para solventar agravios ancestrales. Habrá que seguir prestándoles debida atención.

Resumiendo, de las tres causas para ir a una guerra que enumeró hace miles de años Tucídides podríamos decir que de ir a ella por las Diaoyu/Senkaku sería por el honor; el interés económico o la codicia podría guiar acciones chinas límite en el mar Meridional; y la tercera causa —la más peligrosa pues China tiene armas nucleares y algunos vectores de lanzamiento— el miedo, podría inspirar acciones sobre Taiwán. Miedo a Estados Unidos.

Otras vulnerabilidades marítimas. Las derrotas mercantes y los *choke points*

Hemos mencionado anteriormente que, en su afán de disminuir costes debido a la feroz competencia comercial propia de la globalización, los buques mercantes navegan en la práctica por derrotas fijas. Precisamente las más cortas entre determinados puntos. Esto se puede comprobar en varios centros de control marítimo tal como el nuestro en Cartagena, que aprovechan las posibilidades de unos transpondedores instalados obligatoriamente en los buques de cierto porte, originalmente por razones de seguridad anticolidión denominados AIS. Estas derrotas fijas unen, desde luego, los puertos cercanos a los grandes centros de producción y consumo de mercancías. Pero pasan necesariamente por determinados estrechos o canales artificiales a no ser que usen derrotas alternativas que encarecerían desorbitadamente el gasto de transporte.

Estos tránsitos por los *choke points* —que así se denominan en inglés— tienen importantes consecuencias de seguridad pues los buques están restringidos en ellos en sus movimientos de evasión ante un posible ataque. A la vez, la densidad de blancos y la capacidad de producir graves daños ecológicos son posibilidades atractivas especialmente para los terroristas.

Vulnerabilidad de los *choke points*

Los puertos comerciales, los de pasajeros y los terminales de crudo y gas junto a refinerías son instalaciones básicamente abiertas y difíciles de defender. Pero la responsabilidad de esa defensa está clara. No así en los estrechos internacionales que gozan de un estatus especial reconocido como un derecho de tránsito libre pensado para asegurar el comercio. Por eso los estrechos son blancos especialmente vulnerables, incluso más que los puertos. Mencionaremos algunos de estos *choke points* empezando naturalmente por Gibraltar. Ahí hay cierta posibilidad de ataques terroristas por embarcaciones ligeras y rápidas que partan de la agreste y poco controlada costa marroquí. Existen antecedentes históricos sobre que este tipo de ataques fueron planeados de una manera bastante avanzada. Las previsibles reivindicaciones islamistas que podrían acompañar a dichos ataques, especialmente junto a la ciudad de Ceuta, ofrecen claras oportunidades propagandísticas. A ambos lados del Estrecho existen varios centros de vigilancia marítima, aunque la coordinación con los de la colonia británica no es sencilla para nosotros por motivos políticos evidentes. Debido a estos centros y a la capacidad de respuesta en la zona, de producirse algún ataque se estima sería de noche a no ser que el blanco elegido sea muy selectivo por razones propagandísticas o psicológicas.

El estrecho de Ormuz

Prácticamente todas las exportaciones marítimas energéticas de Oriente Medio (lo que representa aproximadamente un 30 por ciento de todo el crudo y gas natural licuado extraído mundialmente) pasan por el estrecho de Ormuz. La rivalidad entre Irán y los países árabes —en el pasado Irak, actualmente Arabia Saudí— es el factor estratégico que marca la vulnerabilidad de Ormuz, especialmente a las minas y alternativamente a los misiles antibuque desde costa o patrulleros ligeros. La *US Navy* está especialmente sensibilizada ante incidentes en este Estrecho, entre los que destaca un trágico error, al derribar el crucero *Vincennes*, un airbús comercial iraní en el verano de 1988. Hidrográficamente el tránsito por Ormuz es más difícil, por ejemplo, que por Gibraltar, y la vulnerabilidad de los petroleros y su frecuencia de paso lo convierten en una preocupación de seguridad constante.

Pero si Ormuz es ya importante, con el previsible final de las sanciones económicas a Irán pasará a ser vital. Irán tiene una de las mayores reservas de crudo (la cuarta) y gas natural (la segunda) conocidas. Es capaz de extraer 3,4 millones de barriles diarios de crudo y si se invierte en modernizar sus instalaciones —como es probable tras el fin de las sanciones— incluso mucho más.

Durante el período de sanciones las ganancias por exportación de crudo y destilados iraníes han caído más de un 50 por ciento. Cabe imaginar las alteraciones estratégicas en Oriente Medio cuando se recuperen estos ingresos por el régimen de los ayatolás.

El océano Índico y sus accesos

El océano Índico se ha convertido en el centro mundial del tráfico comercial marítimo (50 por ciento del de contenedores) y de crudo (70 por ciento). El despliegue de la *US Navy* en él es constante, la presencia de la Marina china creciente y la preocupación de India por todo ello va en aumento exponencial.

El mar Rojo, ruta principal de tránsito entre Oriente y Europa, tiene dos puertas: el estrecho de Bab el-Mandeb, al sur, y el canal de Suez recién ampliado, al norte. Bab el-Mandeb, situado entre la diminuta Djibouti y el conflictivo Yemen, es también testigo de tensiones entre iraníes y árabes sunníes y en sus cercanías fueron atacados en su día el destructor norteamericano *Cole* y el petrolero francés *Limburg*.

La seguridad del canal de Suez está intrínsecamente unida a la de Egipto. Y la de este país a las luchas internas sunníes entre la versión de los Hermanos Musulmanes, la aún más autoritaria apoyada por las monarquías árabes y los militares egipcios y una tercera centrada en los delirantes seguidores del Daesh. Todo ello se traduce en una inestabilidad en ambas orillas del Canal y especialmente en el Sinaí, que puede afectar potencial

y gravemente al comercio internacional. El derribo de un avión de pasajeros ruso sobre el Sinaí el pasado 31 de Octubre -revindicado por el Daesh- pudiera representar el comienzo de dicha inestabilidad.

La exposición del estrecho de Malaca a la piratería y robos a mano armada ya ha sido mencionada anteriormente. Confluyen sobre él los intereses inmediatos de muchas naciones con limitada capacidad marítima. Malasia, Indonesia, Tailandia y naturalmente Singapur son alguno de ellos. Los intereses marítimos que pudiéramos denominar «lejanos» son muy fuertes, pues Malaca es puerta de entrada y salida al Índico para China, Japón, Corea del Sur y muchos otros países asiáticos que ven su energía llegar a través de él y sus exportaciones salir en busca de los mercados europeos y mundiales. Estados Unidos, a través de su Marina de guerra, hace sentir su presencia permanente en este punto crítico para la estabilidad del Pacífico occidental, de cuyo orden se siente responsable desde el fin de la Segunda Guerra Mundial.

El canal de Panamá

Por último, uno de los *choke points* percibidos como más seguros quizás es el canal de Panamá, vía marítima vital para Estados Unidos, pero sobre la que no tiene sensación de amenaza alguna. Especialmente ahora cuando se está construyendo un desdoblamiento a través de un nuevo canal por Nicaragua. El precedente histórico de la sensibilidad norteamericana a esta zona la encontramos en la guerra hispano-norteamericana, donde, incluso antes de iniciarse la construcción del Canal, la presencia española en Cuba se sentía como una amenaza para la futura conexión por vía marítima entre sus costas atlánticas y del Pacífico. La virulencia de la reacción norteamericana en 1898 y su instigación a la posterior secesión de Colombia, de lo que hoy en día es Panamá, nos puede dar una idea cual pudiera ser una versión contemporánea caso de surgir una amenaza —por hoy insospechada— al Canal.

Vulnerabilidad de puertos y transatlánticos

Que los puertos son instalaciones vulnerables difíciles de defender nos ha sido recordado por la facilidad con que el grupo terrorista paquistaní Lashkar-e-Taiba atacó Mumbay —la entrañable Bombay de portugueses y británicos— en noviembre de 2008. Todos los puertos comerciales son casi por definición instalaciones abiertas. Especialmente los terminales petrolíferos y gasísticos son vulnerables a ataques terroristas, que con pocos medios pueden causar daños considerables⁸.

⁸ *Study on the consequences of a deliberate attack on different types of liquefied gas, oil and chemical tanker*, Final Report. RAND Europe, Explosive Learning Solutions, Wise Pens International, May 2014.

Los puertos —instalaciones imprescindibles hoy en día como ya hemos visto en la mayoría de las modalidades de transporte masivo— constituyen unos blancos atractivos para los grupos terroristas por la acumulación de contenedores y vehículos en ellos estacionados. Ante un atentado en una carretera o vía férrea se pueden encontrar alternativas y se destruiría un mínimo de mercancías. La terrible explosión en el puerto chino de Tianjin este pasado agosto nos puede ayudar a comprender la magnitud de daño que un atentado o accidente puede causar en una instalación portuaria por sus características específicas.

Otros blancos especialmente atractivos para los terroristas por su repercusión mediática son los cruceros turísticos, aunque desde el incidente del *Achille Lauro* no se hayan producido en aguas occidentales.

La cambiante situación del océano Ártico

El cambio climático está abriendo la posibilidad de permitir el tráfico mercante y la pesca en el Ártico. En general las expectativas son muy altas y deberían rebajarse a su justo término. Distinguiendo la navegación del Ártico entre la zona canadiense y la rusa, podríamos señalar que la primera es de hidrografía complicada, rayana en lo peligroso, mientras que la segunda está potencialmente «burocratizada» por el Gobierno ruso, que llega incluso a exigir escolta de rompehielos para determinados tránsitos. En cuanto a la disminución de distancias con respecto a las derrotas tradicionales no es tanta como pudiera parecer a simple vista. De los puertos septentrionales chinos y rusos a los puertos del norte de Europa el ahorro es considerable, pero no así a los mediterráneos.

En cuanto a la pesca en las regiones árticas, ya hemos señalado que la capa de hielo durante miles de años pudiera haber incidido sobre el desarrollo del plancton, con lo cual las expectativas de encontrar pescado en grandes cantidades pudieran no verse cumplidas en su totalidad. La Antártida tiene una moratoria que será probablemente sustituida por difíciles tratados, cosa que ya está sucediendo en el Ártico.

Otros riesgos

Aunque la pesca está regulada geográficamente ante el riesgo de sobreexplotación, todavía existen en los océanos agujeros negros (por ejemplo, los atuneros del Índico).

Es evidente que hay una sensibilidad ecológica marítima mundial (por ejemplo, sobre la caza de ballenas). También sobre la protección del patrimonio submarino histórico (recordemos la epopeya/pesadilla legal de la *Mercedes*), especialmente por temor a la reciprocidad del expolio en pecios más actuales lo que traería consigo un cierto problema de seguri-

dad. Ya Estados Unidos intentaron en su día levantar del fondo marino los misiles de un submarino soviético perdido en el Pacífico. Estas tendencias internacionales son imparables.

El G-7 —por primera vez— tratará en su próxima reunión el tema de la economía marítima sostenible en base a un estudio de UN⁹.

La hegemonía naval norteamericana. Reacciones y limitaciones

Hemos mencionado inicialmente que la presente hegemonía naval norteamericana no tiene precedentes en su dimensión. Todas las otras marinas han tenido que reconocer este hecho y actúan en consecuencia. Sus aliados, para no perder una cierta compatibilidad con ellos pese a los enormes recursos económicos y tecnológicos que invierte la *US Navy* en su modernización. Los que antagonizan con Estados Unidos han buscado una respuesta asimétrica para tratar de evitar tener que enfrentarse al «hegemón» en su campo. Así Rusia recurre a las amenazas nucleares —cada vez menos veladas— cuando alguna situación le demuestra su incapacidad de proyectar fuerza militar lejos de sus fronteras. Tampoco destaca Rusia por poder sostener un conflicto convencional durante cierto tiempo, por lo que recurre sistemáticamente a la bravata. A la bravata nuclear.

China está preparando unas técnicas antiacceso —básicamente contra la *US Navy*— apoyándose en la geografía de su inmenso territorio y en las cadenas de islas tras las que pretende fortificarse.

Pero la hegemonía naval norteamericana tiene un clásico inconveniente: que se basa en plataformas muy potentes pero también muy caras y, por lo tanto, escasas. Actualmente menos de trescientas, que evidentemente no pueden estar en todos los lugares donde serían necesarias. El apoyarse en Marinas aliadas no siempre es factible y encima las prioridades pueden no llegar a coincidir. No pueden estar en todos los mares (sufre la presencia naval) a la vez. En la globalización, además, los instrumentos militares no son determinantes por sí mismos; debe considerarse su actuación conjunta con los otros recursos —económico, cultural, informativo— del Estado. Por eso la supremacía naval norteamericana por sí sola no es decisiva para imponer una determinada solución estratégica.

Áreas de la hegemonía naval norteamericana

La hegemonía naval norteamericana se materializa en tres áreas que convendría destacar por sus repercusiones estratégicas: los portaviones

⁹ *The UN's World Ocean Assessment, will be Finalised.* The Economist Intelligence Unit Limited 2015, The blue economy.

nucleares, sus submarinos y la capacidad antibalística (ABMD) de bastantes de sus destructores y cruceros.

Los diez/once portaviones norteamericanos no tienen nada igual en ninguna Marina actual. Representan una capacidad de respuesta inmediata aérea (naturalmente solo los que estén desplegados, que pueden ser entre tres y cuatro) que ha sido históricamente utilizada a nivel Gobierno, pero eso sí en escenarios con poca o nula oposición aérea. La limitación principal cuando haya que utilizarlos contra una oposición militar fuerte es el relativamente (menor de 500 MN) alcance de su ala embarcada que obliga al portaviones a acercarse peligrosamente cerca de la capacidad de contrataque del adversario. Especialmente si los blancos que intentan neutralizar los norteamericanos no están en la misma costa.

Desarrollar una capacidad de ataque en base a vehículos aéreos no tripulados está encontrando ciertas dificultades —más orgánicas que técnicas— por la oposición de la comunidad de pilotos aeronavales herederos de una gloriosa tradición y con mucha fuerza corporativa. Resumiendo, podríamos decir que el portaviones entraña hoy el núcleo de respuesta contra enemigos poco potentes pero puede ofrecer un blanco de devastadoras consecuencias psicológicas propias caso de ser alcanzado por enemigos más potentes.

La capacidad de ataque con misiles balísticos nucleares que tiene mayor capacidad de supervivencia en caso de un conflicto de este tipo reside en los submarinos balísticos, de los cuales los norteamericanos son los más numerosos y eficaces. El aspecto más crítico de los submarinos balísticos es su discreción, es decir, la dificultad que tienen para ser detectados. Ahí radica su valor esencial, la disuasión que aportan que confiemos impida siempre el ataque con estas terribles armas.

La capacidad técnica de defensa contra los misiles balísticos (ABMD) enemigos más prometedora está instalada en varios buques norteamericanos y unos pocos japoneses que desempeñan el vital papel de tirador dentro de un sistema constituido por numerosos radares y centros de mando en tierra. El aspecto más crítico de la ABMD es discriminar la/s cabeza/s nucleares atacantes de los restos del misil y engaños que las acompañan en su trayectoria. El presidente Putin —y quizás sus sucesores— con sus amenazas ha aumentado la prioridad de esta defensa que también ha buscado cobijo en los océanos.

El Pacífico ¿nuevo centro estratégico mundial?

El presidente Obama anunció en octubre de 2011 un «pívor» o intención de centrar la estrategia norteamericana en el Pacífico en un futuro inmediato. Denominado posteriormente *rebalancing*, se considera dicho giro

estratégico como prematuro y no realista, en una palabra, un error. Los compromisos de seguridad de Estados Unidos en Europa ante el desafío ruso suponen una constante histórica que ha evitado que una potencia hegemónica dominase la península euroasiática hasta el momento. Constante histórica materializada en las intervenciones americanas en las dos Guerras Mundiales y tras la creación de la OTAN, en la Guerra fría. La presente situación geoestratégica planteada por el presidente Putin es análoga a aquellas e impide a Estados Unidos desengancharse —racionalmente— de la seguridad europea.

La más que tensa situación en Oriente Medio también impide dejar de prestarle atención estratégica por más que la Administración Obama intente actuar a través de terceros. El reconocimiento que está consiguiendo Irán con el asunto del control de su hipotética capacidad nuclear le va a convertir en un actor regional de primer orden y ya —de hecho— está alterando el equilibrio entre sunníes y chiíes en la zona. Estados Unidos debe seguir prestando también máxima atención a un Oriente Medio que evoluciona rápida y descontroladamente.

Por lo expuesto anteriormente, si la situación en Europa y en Oriente Medio no permite a norteamericanos desengancharse y centrar su atención en el Pacífico, ¿a qué viene entonces lo del «pívot» a dicha zona? Entiende el autor que la proyección del crecimiento económico chino ha podido llevar a Obama a imaginar que el centro mundial ya se había desplazado a Asia sudoriental. La enorme inversión china en Estados Unidos (unos 1,5 billones, es decir millones de millón, de dólares en bonos del Tesoro) habrá ayudado quizás a concebir esta idea. Pero que se mantenga esta tendencia está por determinar, pues el principal objetivo del Gobierno comunista chino ha sido siempre la preservación del régimen, lo que hasta ahora no ha sido incompatible con el crecimiento económico del país. Pero llegará un momento que la mejora del nivel de vida chino llevará a sus ciudadanos a reclamar mejoras en las libertades cívicas y el respeto a sus derechos humanos. Cuando llegue ese momento ni tan siquiera el fomentado nacionalismo chino puede llegar a ser suficiente para evitar conflictos internos y fragmentaciones que dificulten la acción exterior expansiva y reivindicativa que hemos visto hasta el momento.

La piedra angular de la estabilidad en Asia y quizás global es pues la evolución interna del régimen chino

Los factores de seguridad y económicos deben siempre contemplarse al decidir una estrategia, pero no siempre van paralelos. Podríamos admitir —eso sí con muchos matices— que el centro económico está ya en el Pacífico. Pero el de seguridad se localiza hoy en día en Oriente Medio y Europa. Por eso centrar la acción estratégica global norteamericana en

Asia es un error: un confundir deseos con realidades, una declaración prematura, que la terca realidad irá demostrando quizás al presidente Obama y desde luego a sus sucesores, es un grave error.

La institución norteamericana que con más entusiasmo ha abrazado la idea del «pivot» al Pacífico ha sido —como era previsible— la *US Navy*. Tras la derrota de Japón al final de la Segunda Guerra Mundial y su relativo desarme, las garantías de seguridad las ha recibido de Estados Unidos, principalmente a través de su Marina de Guerra. El orden imperante general en el Pacífico también proviene de las mismas fuentes. Las economías japonesa y china tienen grandes paralelismos. Ambas dependen de la exportación de sus productos a lejanos mercados a la vez que necesitan importar energía para fabricarlos y en general poder vivir. Todo desde luego por vía marítima. Solo difieren ambos sistemas en las garantías que buscan para sobrevivir. Japón quiere que siga siendo Estados Unidos, China busca garantizar en primera persona ese comercio. Ahí surge la tensión básica en el sureste asiático. Pero hay un cierto matiz, Japón, tras la pasada crisis, ha buscado aumentar su consumo interno con lo cual depende de las exportaciones en menor grado que China aunque sigan siendo vitales para la Nación del Sol Naciente, que es en realidad una de las economías industriales más vulnerables de la Tierra.

Este «pivot» norteamericano no es desde luego exclusivamente militar. Pero las actuaciones económicas norteamericanas —tales como oponerse al nuevo Banco chino de desarrollo— no han tenido mucho éxito de momento. Incluso la reciente firma del Acuerdo Comercial Asia-Pacífico pudiera representar más un intento norteamericano de seguir siendo el poder económico hegemónico en la zona —en lugar de China— que el objetivo declarado de aumentar la prosperidad general en la zona, al excluir al gigante asiático de su alcance. Pero es que hay sectores de opinión e intereses industriales norteamericanos que creen que es factible —incluso conveniente— preparar un conflicto armado abierto con China. Preparar posiblemente para disuadir, confiando en no tener que llegar a disparar. Pero la situación es preocupantemente paralela a la que llevó a Japón al desesperado movimiento de Pearl Harbour, con una diferencia: que ambas naciones en liza actualmente tienen armas nucleares y nadie puede saber exactamente como podría finalizar un enfrentamiento de este tipo. No hay precedentes de ello.

Las reivindicaciones marítimas chinas hasta el momento han sido más sutiles que las preparaciones norteamericanas. Por eso quizás más peligrosas. A veces se comparan con el cortar un salchichón en finas rodajas, ninguna tan grande que haga reaccionar al adversario violentamente. Todo muy chino. Construir un aeródromo militar en un atolón en aguas internacionales, el perforar con una plataforma petrolífera en la ZEE de otra nación, el impedir la pesca en aguas internacionales, declarar una

zona de obligada identificación aérea en espacios que no son suyos, son algunos ejemplos de estas desesperantes tácticas cuidadosamente programadas para no desafiar al guardián norteamericano del orden establecido a la vez que aumentan las quejas de las pequeñas naciones que se creían protegidas.

Conclusiones

Resumen

Hay una tendencia creciente e imparable para transformar los océanos de espacios libres a regulados. Cada vez se legisla más sobre lo marítimo y las naciones encuentran crecientemente más difícil el coordinar sus acciones en ellos, teniendo en cuenta que el concepto de soberanía no es aplicable (al menos hasta ahora para la mayoría de ellas) a los mares abiertos. La globalización hace que los agentes que actúan sobre el comercio marítimo y la extracción de recursos sean múltiples y no puedan asociarse solamente con un único Estado.

Comenzaremos con un repaso de la situación del desarrollo de la seguridad marítima en nuestra nación extrayendo una primera recomendación orgánica.

A continuación formularemos recomendaciones sobre aspectos de la política antipiratería y energética nacional.

Finalizaremos con una serie de recomendaciones o aportaciones de origen marítimo a nuestra política exterior de seguridad.

La seguridad marítima en España

España nunca ha destacado históricamente por su sensibilidad marítima. La acción del Estado español sobre la mar está actualmente fragmentada en acciones de múltiples organismos sin conocimiento mutuo y, por lo tanto, carente de una coordinación eficaz. En los aspectos de seguridad marítima asociados a lo que pasa en la mar está despertando una cierta conciencia como reflejo de desarrollos doctrinales en la OTAN y la UE. Sin embargo, el abandono del seguimiento y evolución del Derecho Marítimo Internacional en nuestro país es clamoroso, tanto a nivel estatal como académico. Este Derecho está evolucionando rápidamente sin nuestra debida participación, pese a afectar a intereses nacionales vitales.

Un Consejo Nacional de Seguridad Marítima de reciente creación asesora al Consejo de Seguridad Nacional que gestiona las crisis (hay también otro sobre ciberseguridad) presidido por el presidente del Gobierno. Se considera un paso positivo de coordinación en la dirección de la necesaria unidad de acción del Estado en la mar. Sin embargo, también otros

aspectos legales y económicos de coordinación marítima requerirían acciones organizativas del Estado.

La organización de un Gabinete de Derecho Marítimo Internacional — multidisciplinario— con vocación de recomendaciones ejecutivas y dependiente del Consejo Nacional debería ser considerada. En él deberían estar presentes los representantes de los intereses marítimos básicos nacionales, tanto oficiales como privados.

No se trata tanto de «saberse» las normas del DMI como de interpretarlo y sobre todo contribuir a su desarrollo futuro de acuerdo con nuestros intereses nacionales. Este Derecho está evolucionando rápidamente debido a factores que hemos tratado de identificar aquí de manera sucinta.

Mantenimiento del alistamiento nacional contra la piratería

La piratería se está controlando actualmente pero el problema no está ni mucho menos definitivamente resuelto. El uso de guardias armados a bordo de los mercantes y las operaciones navales antipiratería han tenido una influencia positiva, pero el Derecho Internacional debe contribuir a consolidar estas ganancias y evitar que impacten en el comercio y en la seguridad de la vida en la mar. La piratería, pues, no está eliminada, simplemente contenida en el Índico. Nuestro Estado no puede renunciar a sus obligaciones de bandera ni a vigilar lo que pasa cuando intereses económicos o personas españolas bajo otra bandera están amenazadas. No se debería bajar la guardia en ningún teatro afectado por este viejo crimen que tiende a crecer exponencialmente allá donde no se ataja a tiempo.

Deberíamos promover en el seno de la UE una acción antipiratería —estratégica y naval— que se adapte a las peculiaridades del golfo de Guinea.

Factores marítimos de la política energética nacional

Una política energética nacional que contemple equilibradamente los aspectos de coste, seguridad en el suministro e impacto ecológico no puede olvidar los esenciales factores marítimos. La coordinación entre nuestras empresas energéticas y los Ministerios de Energía y Defensa debería establecer cauces de comunicación permanentes con la Armada, manteniendo eso sí, a todos los otros organismos afectados informados.

Especial atención deberá prestarse a la evolución de las consecuencias de seguridad marítima derivadas de las técnicas de *fracking* sobre las derrotas y origen de los petroleros por el estrecho de Ormuz y otros *choke points* especialmente Gibraltar.

Esta evolución puede llegar a ser muy rápida —con oscilaciones bruscas— y adoptar modalidades y tener consecuencias impensables hoy en día. Ante ellas hay que estar preparado para reaccionar velozmente.

Recomendaciones marítimas sobre nuestra política exterior de seguridad

En relación a los aspectos de defensa que pudiéramos denominar como «clásicos» —la guerra en el mar en la época de la globalización— habría que prestar especial atención y seguimiento a las interacciones entre Estados Unidos y China, especialmente en el mar Meridional. No es este —de producirse en términos militares— un problema lejano. Nos afectaría y mucho. Nuestra capacidad de interacción con China sobre este problema es prácticamente nula. No así con Estados Unidos, del que somos aliados aunque sea en otros teatros y asuntos. Deberíamos emplear nuestra influencia —ciertamente limitada pero no nula— para tratar de convencer a Estados Unidos que adopten medidas progresivas de presión económica y marítima (llegando en el extremo al bloqueo marítimo) proporcionales a las agresiones chinas. Pero evitando programar y amenazar con acciones de ataques convencionales como habitualmente se percibe desde la esfera internacional el «pívor» al Pacífico. En este sentido nuestros crecientes lazos navales con Australia ofrecen una interesante probabilidad de ser aumentados para cubrir cuestiones estratégicas en el Pacífico.

Pero todo ello exige previamente convencernos que lo que pase allí —por la globalización— también nos puede afectar. Y mucho.

El medio ambiente y los fenómenos naturales: el cambio climático

L. E. Lázaro Touza y A. Gómez de Ágreda

Capítulo tercero

Resumen

Todas las actividades económicas y la práctica totalidad de las actividades humanas generan gases de efecto invernadero (GEI) que causan el cambio climático de origen antropogénico¹. Las consecuencias del mismo, y su poder de multiplicar o iniciar conflictos, convierten al cambio climático en el número uno de los problemas ambientales a enfrentar y en el mayor fallo de mercado de la historia. En el presente capítulo se analizan las causas y consecuencias del cambio climático, haciendo especial hincapié en los aspectos de seguridad nacional, gobernanza y oportunidades que de una gestión estratégica del cambio climático pueden surgir. Si el cambio y la incertidumbre² son las variables definitorias de nuestro tiempo, el cambio climático es uno de los motores de la modernidad líquida.

Abstract

All human and economic activities produce greenhouse gases (GHGs) that cause anthropogenic climate change. The consequences of climate

¹ De origen humano.

² LITTLE, Daniel. *Understanding Society: Liquid modernity?* 3 de mayo de 2014. Disponible en: <http://understandingsociety.blogspot.com.es/2014/05/liquid-modernity.html>

change and its potential to exacerbate or ignite conflict make it the prime environmental problem we are faced with and the largest market failure of all times. The present chapter analyses the causes and consequences of climate change emphasizing the national security implications of this phenomenon, governance dilemmas and opportunities that may result from adequately managing climate change. If change and uncertainty are two key defining variables of our time, climate change is one of the driving forces of liquid modernity.

Palabras clave

Medio ambiente, cambio climático, límites planetarios, seguridad nacional, transición energética, transformación social, acuerdos ambientales internacionales, desarrollo económico, equidad, modernidad líquida.

Key words

Environment, climate change, planetary boundaries, national security, energy transition, social transformation, international environmental agreements, economic development, liquid modernity..

Introducción

Medio ambiente y cambio climático: definiendo los términos

El medio ambiente puede definirse como aquel conjunto de variables que afectan tanto a los seres vivos como a los objetos. Los seres vivos se agrupan en ecosistemas, entendidos como áreas o conjuntos naturales cuyo equilibrio es dinámico, y en el que se producen intercambios materiales y energéticos entre el medio y las comunidades que lo integran. Los individuos del ecosistema son constantemente sustituidos, lo que lleva a la evolución de las especies. Ante cada cambio el ecosistema se reorganiza. Si se llega a un estado de estabilidad entre la comunidad de individuos y el medio ambiente, este tiende a perpetuarse³. Las alteraciones de la estabilidad, por causas naturales o antropogénicas, pueden llevar a nuevas condiciones de equilibrio ambiental, favoreciendo a unas especies y ecosistemas frente a otros, pudiendo alterar el desarrollo de las actividades económicas y humanas establecidas.

En el medio ambiente encontramos los recursos naturales que proporcionan, desde una óptica antropocéntrica, bienestar o utilidad al ser humano. Dichos recursos pueden ser: renovables, si podemos disfrutar de manera reiterada de ellos porque se reponen a través de los ciclos naturales a corto plazo (el agua por ejemplo); no renovables, que incluyen aquellos que no se reponen dentro de las escalas de tiempo del hombre (los combustibles fósiles); ilimitados o cuasi ilimitados, como la energía solar⁴.

El uso excesivo de los recursos y la contaminación ocasionan problemas ambientales en multitud de ámbitos. Centrándonos en uno de los problemas ambientales⁵ que más atención ha acaparado en la última década, y que será el objeto principal de estudio de este capítulo, definimos el término cambio climático. Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (*IPCC* en sus siglas en inglés) el cambio climático es la «variación estadística en el estado medio del clima o en su “variabilidad”, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos

³ ORTEGA, Francisco Román. *Diccionario de medio ambiente y materias afines*, Fundación Confemetal, Madrid, 1999.

⁴ *Ibídem.*

⁵ Además del cambio climático, los principales problemas ambientales a los que nos enfrentamos incluyen: el adelgazamiento de la capa de ozono, la alteración del ciclo del nitrógeno, la pérdida de diversidad biológica, la contaminación atmosférica, la contaminación del agua y el acceso al agua potable, la contaminación y pérdida del suelo (erosión), deforestación y desertificación, la generación de residuos, la contaminación de los mares, la sobreexplotación de los recursos pesqueros y la contaminación acústica. Ver AZQUETA OYARZUN, Diego. *Introducción a la Economía Ambiental*. McGraw-Hill, Madrid, 2002.

naturales internos o a cambios del forzamiento externo⁶, o bien a cambios persistentes “antropogénicos” en la composición de la “atmósfera” o en el “uso de las tierras”⁷.

Algunas de las características básicas que definen el fenómeno del cambio climático incluyen⁸:

- «Complejidad». El análisis del cambio climático es complejo y está sujeto a un grado de incertidumbre significativo en lo relativo a las consecuencias exactas del fenómeno y en lo referente a cuándo acaecerán⁹.
- «Escalas temporales largas». Las consecuencias de las emisiones de gases de efecto invernadero perduran en el largo plazo.
- Hay un «lapso de tiempo» significativo entre las emisiones de gases de efecto invernadero y las consecuencias derivadas de dichas emisiones. Dicho lapso de tiempo, unido a los ciclos políticos cortos y a decisiones de consumo miopes han hecho que los avances en la mitigación del cambio climático hasta la fecha hayan sido lentos.
- «Daños transfronterizos». Las consecuencias del cambio climático son asimétricas, afectan más a unas zonas del planeta que a otras. No obstante, el sistema climático global en su conjunto se verá afectado. Esto implica que los efectos del cambio climático trascienden las fronteras nacionales, convirtiéndose en una amenaza global.
- «Las causas antropogénicas de cambio climático se derivan en gran medida del normal funcionamiento de la sociedad». No nos enfrentamos a una amenaza puntual. El cambio climático es el fruto de un proceso de desarrollo derivado del actual modelo socio-económico, basado en el consumo de combustibles fósiles. Por esta razón se ha denominado el «problema malvado». Suponiendo que la información recopilada por el *IPCC* es fiable y que la amenaza es real, atajar este

⁶ El forzamiento radiativo se define como el «cambio en la irradiación neta vertical en la “tropopausa” debido a un cambio interno o un cambio en el forzamiento externo del sistema climático. El sistema climático evoluciona en el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna debido a forzamientos externos (por ejemplo, erupciones volcánicas, variaciones solares), y forzamientos inducidos por el hombre tales como la composición cambiante de la atmósfera y el cambio en el uso de las tierras». Vea: <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

⁷ <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

⁸ LÁZARO TOUZA, Lara, y ZOGHBY, Michel. «Climate Risks: Theory, Data and the Global Governance of Climate Change», en RODRIGUES, Teresa; GARCÍA PÉREZ, Rafael, y SOUSA FERREIRA, Susana de (eds.). *Globalization and International Security: An Overview*. Nova Science Publishers, New York, 2014. Pp. 95-125.

⁹ En relación a la complejidad puede leerse MENDLER DE SUÁREZ, Janot; SUAREZ Pablo, y BACHOFEN, Carina. *Games for a New Climate: Experiencing the Complexity of Future Risks*. Pardee Center Task Force Report, Boston, The Frederick S. Pardee Center for the Study of the Longer-Range Future, Boston University, 2012. Disponible en: <http://www.climatecentre.org/downloads/files/Games/Games-related%20publications/Pardee%20report.pdf>

problema va suponer la profunda transformación de los valores, las acciones y las instituciones establecidas, con la dificultad que ello conlleva.

- «Problema de acción colectiva con ciudadanos ambivalentes». Todos los individuos se beneficiarían de una acción colectiva encaminada a la reducción de las emisiones. Aún así, y a pesar de que los ciudadanos pueden expresar su preocupación por el problema del cambio climático¹⁰, hay una brecha entre las preocupaciones e intenciones y las acciones reales de los individuos^{11, 12}.

Importancia del medio ambiente: valor en sí y valor antropogénico

Es en el medio ambiente donde se desarrollan todas las interacciones entre especies. Su valor va por tanto más allá de los recursos que extraemos de él o de la capacidad que tiene el entorno de absorber residuos. El medio ambiente sostiene la vida en la Tierra y, con ella, todas las actividades socio-económicas.

A pesar de que economistas como Malthus o Jevons, entre otros, han analizado los problemas derivados de la escasez de recursos, la economía no ha considerado en sus modelos clásicos el valor del medio ambiente. Dicha visión tradicional de la economía se circunscribe al análisis de los fenómenos económicos al margen de las consideraciones ambientales. A modo de ejemplo, en el modelo del flujo circular de la renta que podemos encontrar en los libros de texto de economía¹³, vemos intercambios de bienes y servicios, pagos de salarios e intereses, consumos, ahorro e inversión, sin que en el análisis figuren los recursos naturales que hacen posible dicha actividad o los residuos que de la actividad económica se derivan. Es decir, la visión tradicional de la economía ignora en gran medida los aspectos físicos de dicha actividad y presenta, en palabras de Michael Jacobs, «una máquina de movimiento perpetuo en la que el flujo de dinero aparentemente no es impulsado por ninguna fuente externa de energía»¹⁴.

¹⁰ European Commission: Special Eurobarometer 409: *Climate Change*. Report. March 2014. Disponible en http://ec.europa.eu/health/healthy_environments/docs/ebs_409_en.pdf

¹¹ FISCHER, Anke, *et al.* «Climate Change? No, Wise Resource Use is the Issue: Social Representations of Energy Climate Change and the Future». *Environmental Policy and Governance*, 2012. 22. Pp. 161–176.

¹² United Nations Environmental Programme (UNEP). *The Emissions Gap Report 2012. A UNEP synthesis Report*. 2012. Disponible en <http://www.unep.org/pdf/2012gapreport.pdf>

¹³ MANKIW, Gregory. *Principios de Economía*. Cengage Learning Editores. México D.F., 2009.

¹⁴ JACOBS, Michael. *La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*. ICARIA, FUHEM. Barcelona, 1991, p. 61.

La «nueva» imagen de la economía que ofrece, por ejemplo el profesor Jacobs, y que queda reflejada en el análisis económico del medio ambiente, integra los flujos de materia y energía en la visión económica. Así, surgen del medio ambiente las materias primas y la energía que alimentan los procesos de producción y consumo. A su vez, vuelven al medio ambiente los residuos generados por los procesos económicos, para ser absorbidos o acumularse en el entorno. La Figura 1 a continuación ilustra la visión de la economía tradicional y la nueva visión de la economía que integra el medio ambiente.

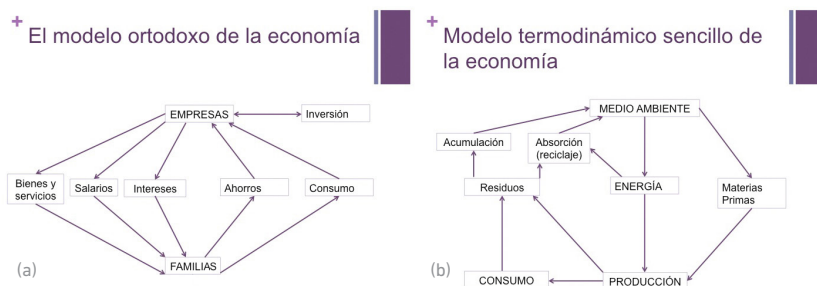


Figura 1. Economía ortodoxa (a) y modelo termodinámico de la economía (b)

Fuente: Adaptado de Jacobs (1991, p. 61-62).

Aun con una visión ampliada, termodinámica, de la economía, el análisis económico es incapaz, a día de hoy, de proporcionar información completa relativa al valor del medio ambiente. En general, el análisis económico considera, en la valoración de proyectos y programas, parte del valor económico total, el cual no incluye el valor primario del medio ambiente como el soporte de la vida. Es más, los análisis de proyectos suelen incluir solo un subconjunto de los valores de uso y de no uso¹⁵ del medio ambiente¹⁶. Por otro lado, en el caso de los modelos económicos que analizan las consecuencias económicas del cambio climático es importante apuntar que no incluyen ni los efectos de eventos climáticos extremos ni las consecuencias sociales como, por ejemplo, las migraciones o los conflictos que pueden verse iniciados o agravados a causa del cambio climático¹⁷.

¹⁵ Por ejemplo, el valor que otorgamos a un paisaje exuberante de la selva amazónica que no pensamos visitar nunca.

¹⁶ BATEMAN, Ian, et al: *Economic Valuation with Stated Preference techniques. A Manual*, Edward Elgar, Cheltenham, UK, 2002.

¹⁷ STERN, Nicholas. *The Economics of Climate Change: the Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge, 2007. DIETZ, Simon; STERN, Nicholas, and ZENGHELIS, Dimitri. «Reflections on the Stern review (1). A Robust Case for Strong Action to Reduce the Risks of Climate Change», *World Economics*, 2007, 8 (1), pp. 121-168.

Por lo tanto, las estimaciones económicas serán subestimaciones del valor de los proyectos que se lleven a cabo con consecuencias para el entorno. No tendremos en cuenta, si nos circunscribimos a los criterios económicos de decisión tradicionales, más que un subconjunto de todos los impactos de las actividades económicas. La consecuencia de esta subestimación será el uso excesivo de recursos y la producción en demasía de residuos, entre otras.

Este uso del entorno puede exacerbar los procesos de cambio, de forma que la naturaleza, de por sí líquida y adaptativa, en equilibrio dinámico y constante cambio, presente patrones de cambio acelerado que son más complejos de gestionar que los cambios graduales y previsibles. En este sentido, la encíclica del Papa sobre el cuidado de la «casa común»¹⁸ denuncia la existencia de una modernidad acelerada que se guía por una visión del lucro cortoplacista y que ataca la naturaleza.

Del holoceno al antropoceno: la sociedad del riesgo y los límites planetarios

El holoceno es el período geológico en el que nos encontramos y cuya duración se remonta 10.000 años aproximadamente. Este período se ha caracterizado por una notable estabilidad de las condiciones climáticas que han permitido nuestra vida en la Tierra. En los albores del siglo XXI, el premio Nobel Paul Crutzen enunciaba la transición a un nuevo período geológico denominado el antropoceno, en el que el hombre se convierte en el vector de cambio de la Tierra. Dicho período coincide con la Revolución Industrial y la quema de combustibles fósiles que han tenido como consecuencia el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera¹⁹, además de otros muchos efectos sobre el medio ambiente global.

El desarrollo económico experimentado desde la Revolución Industrial ha contribuido al aumento del bienestar global, aunque de manera desigual²⁰. Sin embargo, este desarrollo económico y tecnológico ha venido acompañado de riesgos sin precedentes. En este sentido, Ulrich Beck²¹ advierte que vivimos en una sociedad del riesgo que puede acabar minando los progresos logrados por la modernidad. Así, el nuevo objetivo de la sociedad del riesgo sería la gestión de los daños derivados de la modernidad (cambio climático, por ejemplo) de suerte que se respeten los límites planetarios.

¹⁸ BERGOGLIO, Jorge (Papa Francisco). «Encíclica Laudato Si'». Romana Editorial. 2015. ISBN: 9788415980384.

¹⁹ STEFFEN, Will; CRUTZEN, Paul J., y MCNEILL, John R. «The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?». *Ambio*, December 2007, vol. 36, n.º 8. pp. 614-621.

²⁰ HOWES, Michael. *Politics and the Environment: Risk and the Role of Government and Industry*. Earthscan London, 2005.

²¹ BECK, Ulrich. *Risk Society. Towards a New Modernity*, SAGE Publications, London, 1992.

El objetivo del análisis ambiental centrado en los límites planetarios^{22, 23} es ayudar al avance del conocimiento de la Tierra, identificando los límites biofísicos que permiten el funcionamiento del planeta en las condiciones actuales. Los límites planetarios identificados en el estudio original del *Stockholm Resilience Centre* en 2009 están relacionados con: el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono, la acidificación de los océanos, la pérdida de biodiversidad, la carga biogeoquímica (medida a través de los elementos nitrógeno y el fósforo), el cambio en el uso de la tierra, el uso a nivel global de agua dulce, los aerosoles en la atmósfera y la contaminación química. Los límites planetarios indican los niveles de riesgo en los que se desarrollan las actividades humanas dentro de los sistemas y procesos que gobiernan la vida en la Tierra. El mencionado análisis concluía que se habían traspasado los límites en cuanto a nitrógeno, pérdida de biodiversidad y cambio climático. La Figura 2 representa los límites planetarios presentados en el informe de 2009. Las zonas representadas en color verde indican que estamos operando dentro de los límites planetarios. Las zonas representadas en color rojo representan los límites planetarios traspasados.

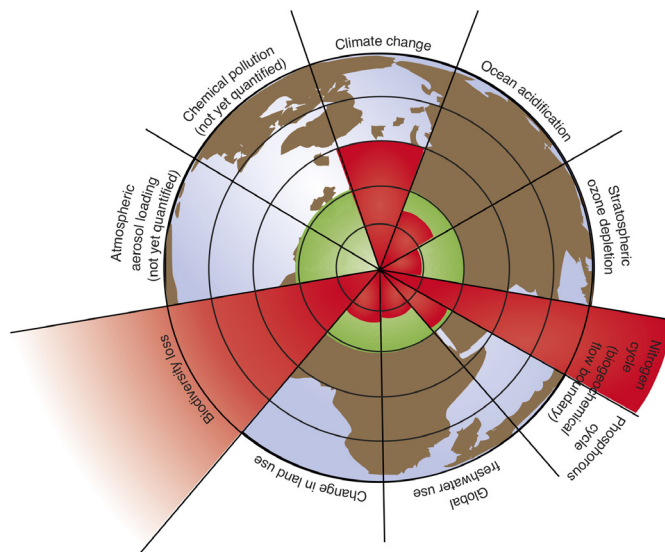


Figura 2. Los límites planetarios en 2009. Fuente: Rockström et al. (2009)²⁴.

²² ROCKSTRÖM, Johan, et al. «Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity». *Ecology and Society*, 2009. 14 (2): 32. Disponible en <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>

²³ STEFFEN, Will, et al. «Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet». *Science*, 2015. Vol. 347, n.º 6223. DOI: 10.1126/science.1259855.

²⁴ Imagen disponible en <http://www.stockholmresilience.org/download/18.53ee94ff132ea9955288000961/1381790876011/planetary-boundaries-credit-Azote.eps>

A principios de 2015 se publicaba una actualización del análisis publicado en 2009 por el Stockholm Resilience Centre relativo a los límites planetarios. El estudio, titulado *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*, reitera que los límites planetarios del cambio climático y de la integridad de la biosfera son clave en el funcionamiento de la Tierra. Afirma el informe actualizado que cuatro de los nueve límites establecidos en 2009 han sido traspasados. Estos límites están relacionados con cambio climático, pérdida de biodiversidad (renombrado «integridad de la biosfera»), cambios en el uso de la tierra (renombrado «cambios en el sistema terrestre») y la alteración de los ciclos biogeoquímicos: nitrógeno y fósforo. La Figura 3 ilustra los límites planetarios en 2015.

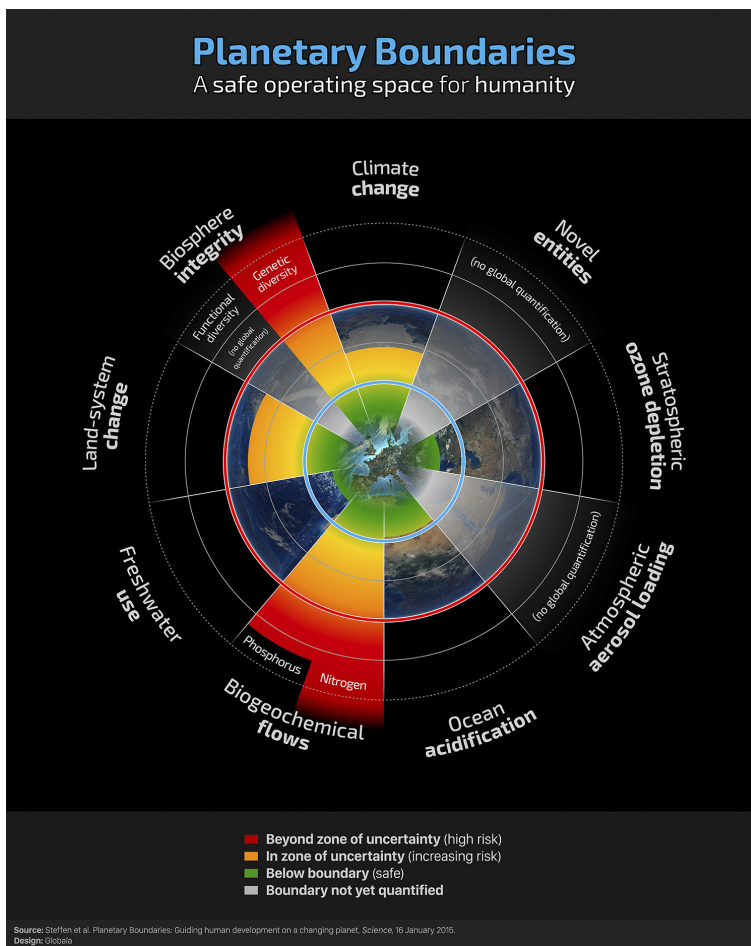


Figura 3. Límites planetarios (2015). Fuente: Steffen et al. (2015).

²⁵ Imagen disponible en http://www.stockholmresilience.org/images/18.3110ee8c-1495db74432676c/1421678696891/PB_FIG33_globaia+16+Jan.jpg

A pesar de haber traspasado varios de los límites planetarios planteados, los autores de este estudio aseveraban que era posible revertir la trasgresión de dichos límites. Para ello, la sociedad tendría que transformarse radicalmente en un muy breve período de tiempo. En la presente década el objetivo consistiría en pasar de la visión lineal, basada en el crecimiento ininterrumpido, a una sociedad que se desarrolla dentro de un sistema finito. Usando la jerga económica este objetivo equivaldría a la transición del modelo lineal de extracción, uso y desecho de residuos a una visión circular en el que el sistema económico se biomimetiza para hacer un uso crecientemente eficiente de todos los recursos²⁶. Dicha transición hacia una economía circular, con mayor presencia de energías renovables en el *mix* energético, es una demanda de la recientemente publicada encíclica del Papa²⁷ al igual que un objetivo estratégico de la Unión Europea²⁸. Una vez más nos encontramos ante una necesidad imperiosa de cambio y transformación hacia una nueva modernidad que se asemeje al equilibrio dinámico del medio ambiente, dentro de los límites que este impone. Una tarea hercúlea.

Cambio climático

Un clima estable es, técnicamente, un bien público global, no rival y no excluible. El cambio climático atenta contra este bien mostrándose como el Goliat de las externalidades²⁹, el mayor fallo de mercado. Tanto el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático como autores de la talla de Martin Weitzman o Nicholas Stern, entre otros, han advertido sobre los efectos potencialmente irreversibles y catastróficos ocasionados por el cambio climático. A continuación se presentan de manera sucinta las principales causas y consecuencias del cambio climático, señalando que las omisiones en los modelos climáticos, en los modelos de impactos y en los modelos económicos subestiman de manera sistemática el verdadero alcance del problema³⁰.

²⁶ European Commission: «Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe». 2014b. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0398&from=EN>

²⁷ Vid. *op. cit.* Nota 18.

²⁸ http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

²⁹ Las externalidades negativas se pueden definir como aquellas consecuencias derivadas de las acciones del hombre que afectan a terceros que no son compensados por estar expuestos a dichas consecuencias.

³⁰ STERN, Nicholas. «The Structure of Economic Modeling of the Potential Impacts of Climate Change: Grafting Gross Underestimation of Risks onto already Narrow Science Models». *Journal of Economic Literature*, 2013, 51(3), pp. 83-859.

Causas del cambio climático: variabilidad natural y variabilidad antropogénica

El clima de la Tierra está en constante cambio. Dicho cambio es el resultado tanto de variaciones de origen natural como de variaciones de origen antropogénico. La variabilidad natural puede ser tanto externa (por ejemplo, proveniente de la variación en la radiación solar recibida por la tierra) como interna (causada por la interacción entre los océanos, la atmósfera y la biosfera). Las variaciones de origen antropogénico se deben a las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la quema de combustibles fósiles, cambios en los usos de la tierra y generación de residuos, principalmente.

El Gráfico 1 a continuación muestra las concentraciones de CO₂ (principal gas de efecto invernadero) en los últimos 650.000 años.

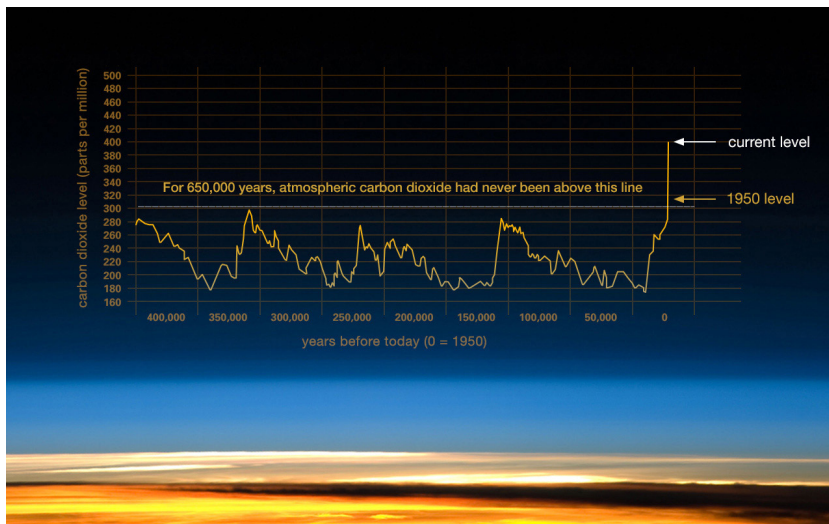


Gráfico 1. Concentraciones históricas de CO₂ en la atmósfera.
Fuente: <http://climate.nasa.gov/evidence/>.

Es, precisamente, el traspaso de la línea horizontal del Gráfico 1 lo que confiere naturaleza líquida al problema del cambio climático. Con ese cambio cualitativo, el CO₂, cuyas concentraciones han permanecido prácticamente constantes a lo largo de la historia, pasa a adquirir una variabilidad medible en una escala temporal humana. En este sentido, el cambio climático observado desde 1950 es, según el último informe del IPCC (2013, 2014), inequívoco, de origen antropogénico y de dimensiones sin precedentes en decenios o milenios.

A modo de ilustración del aumento de las temperaturas desde 1880 hasta 2005, vea el Gráfico 2 a continuación sobre el que William Nordhaus comenta que el aumento medio global de las temperaturas en el último siglo es uno de los datos más robustos de la ciencia del clima.

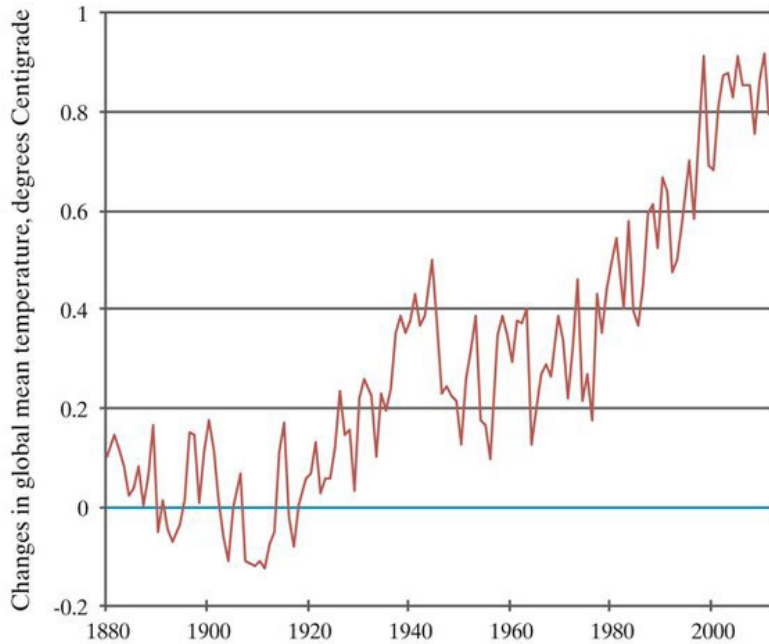


Gráfico 2. Cambios en la temperatura media global en grados centígrados (1880-2005).
Fuente. Nordhaus (2012).

La siguiente pregunta que podríamos hacernos es si podemos explicar el fenómeno del cambio climático atendiendo únicamente a factores naturales. Ya el Cuarto Informe de Evaluación del *IPCC* afirmaba que ningún modelo climático que use únicamente los forzamientos naturales, es decir, factores naturales de calentamiento, ha sido capaz de reproducir el aumento medio de las temperaturas de la segunda mitad del siglo XX. En este sentido, diversos expertos en modelos climáticos llevaron a cabo un experimento cuyo objetivo era saber si se podían replicar con los modelos climáticos las temperaturas observadas entre 1900 y 2005 con y sin forzamiento antropogénico del clima.

En el caso 1, correspondiente al Gráfico 3 a continuación, los modelizadores incluyeron tanto los factores de forzamiento natural como factores de forzamiento antropogénico. En el caso 2, correspondiente al Gráfico 4 a continuación, los modelizadores incluyeron únicamente los factores de forzamiento natural.

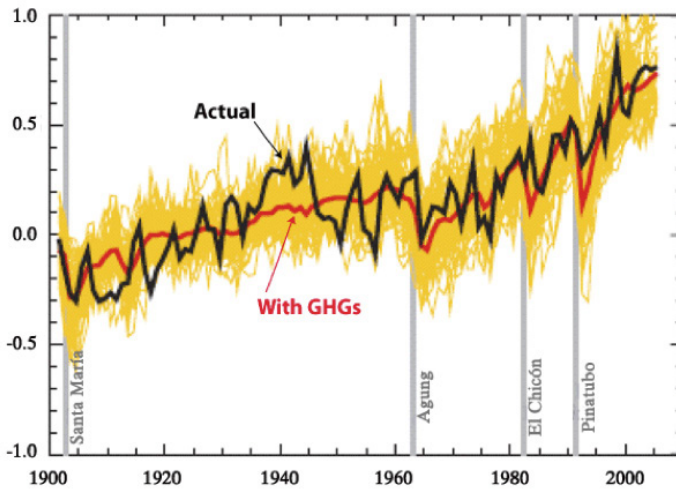


Gráfico 3³¹. Comparación entre las anomalías medias globales térmicas (°C) derivadas de observaciones (línea negra) y las estimaciones de los modelos incluyendo factores naturales y antropogénicos (línea roja, media; líneas amarillas, estimaciones de distintos modelos). Fuente: IPCC (2007b: 685).

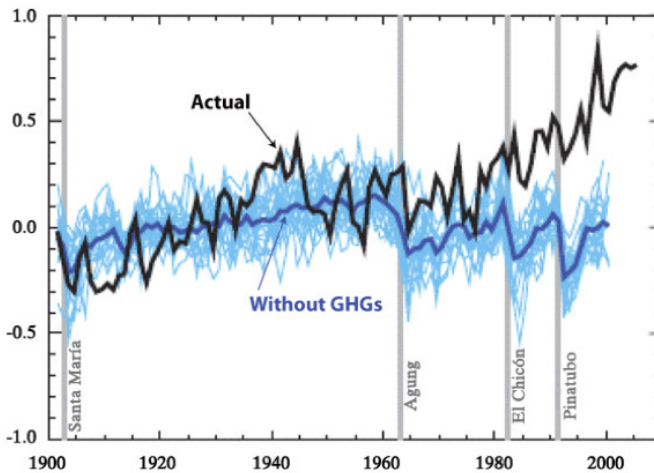


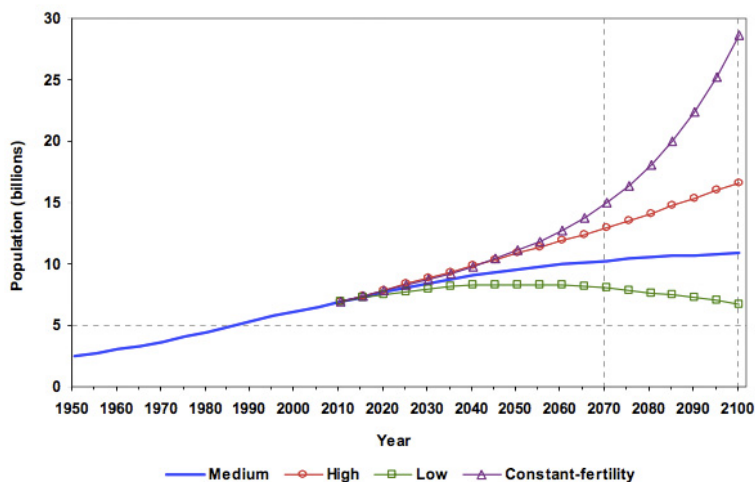
Gráfico 4. Comparación entre las anomalías medias globales térmicas (°C) derivadas de observaciones (línea negra) y las estimaciones de los modelos incluyendo solo factores naturales (línea azul oscuro, media; líneas azul claro, estimaciones de distintos modelos). Fuente: IPCC (2007b: 685).

³¹ En el gráfico 3, la palabra inglesa «actual» significa «observaciones reales» en español.

Los resultados de este análisis muestran claramente que solo si se incluyen tanto los factores de forzamiento natural como los factores de forzamiento antropogénico (Gráfico 3) se pueden reproducir las temperaturas observadas. No incluir los factores de forzamiento antropogénico (Gráfico 4) subestima en 0,7 °C las temperaturas.

Respondida la pregunta relativa al origen antropogénico del cambio climático, ahondamos ahora en los factores antropogénicos específicos que resultan en la emisión de gases de efecto invernadero. Según la Identidad de Kaya³² dichos factores son la población, el crecimiento económico y el uso de energía, estando estos tres factores positivamente relacionados con las emisiones de efecto invernadero. A estos tres factores habría que añadir la tendencia hacia la urbanización del planeta.

En lo referente a las predicciones relativas a los factores antropogénicos causantes del cambio climático, Naciones Unidas estimaba en 2013 que la población a mediados de siglo alcanzará la cifra de 9.600 millones de personas³³ (vea el Gráfico 5 a continuación), creciendo con mayor intensidad en países en desarrollo, especialmente en África.



Source: Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat (2013). *World Population Prospects: The 2012 Revision*. New York: United Nations.

Gráfico 5. Población mundial (en miles de millones) 1950-2100 según distintas predicciones. Fuente: United Nations (2013b: 1).

³² <http://www.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=50>

³³ Según Naciones Unidas, las previsiones se basan en las proyecciones medias que suponen un descenso en la población para aquellos países con familias numerosas y un ligero aumento de la fertilidad para países en los que la fertilidad es inferior a dos niños por mujer en media.

La economía mundial crecerá, según Pricewaterhouse Coopers³⁴, un 3 por ciento anual hasta 2050, triplicando su tamaño actual y continuando con la tendencia hacia el desplazamiento del poder económico mundial desde Estados Unidos, Europa occidental y Japón, hacia economías emergentes, especialmente en Asia. En materia energética, la Agencia Internacional de la Energía estimaba en 2014 en su «escenario de nuevas políticas» que la demanda energética mundial crecerá a un ritmo del 1,1 por ciento anual, aumentando un 37 por ciento hasta 2040³⁵.

Por último, las ciudades ocupan menos del 2 por ciento de la superficie terrestre de la Tierra, pero en ellas habita más de la mitad de la población mundial, cifra que se elevará al 70 por ciento en 2050³⁶. Las ciudades consumen las tres cuartas partes de la energía mundial y emiten también el 75 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, las ciudades son una pieza clave del motor económico mundial ya que en ellas se produce alrededor de tres cuartas partes del PIB mundial.

De los datos anteriormente expuestos se deriva que las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico seguirán creciendo si las tendencias se confirman y se mantiene el actual *mix* energético global.

Por gases, el principal responsable del cambio climático es el CO₂ proveniente de la quema de combustibles fósiles, seguido del metano y del CO₂ proveniente de cambios en los usos de la tierra. El Gráfico 6 a continua-

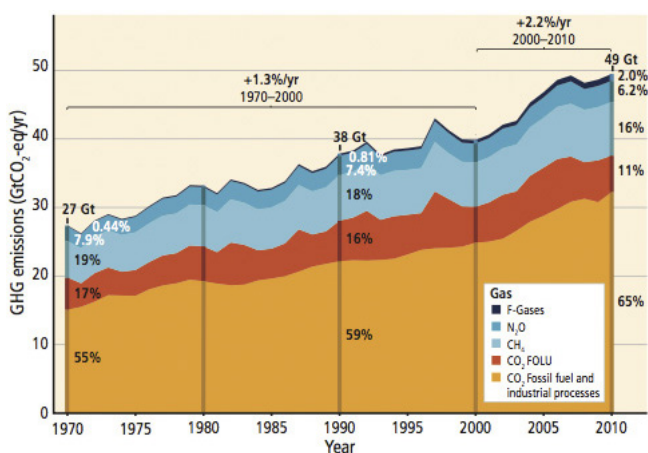


Gráfico 6. Emisiones totales anuales de GEI por gas entre 1970 y 2010.
Fuente: IPCC (2014): 5).

³⁴ Pricewaterhouse Coopers. «The World in 2050: will the shift in global economic power continue?». PwC, 2015. Disponible en <http://www.pwc.com/gx/en/issues/the-economy/assets/world-in-2050-february-2015.pdf>

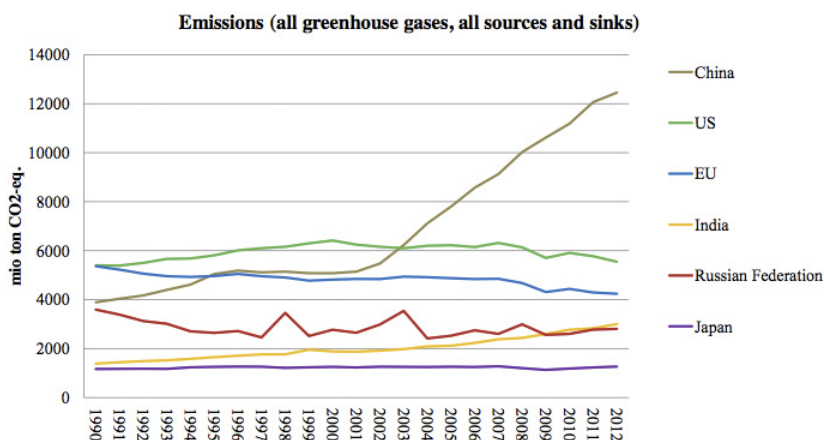
³⁵ International Energy Agency. *World Energy Outlook 2014*. Disponible en <http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2014/>

³⁶ OECD: *Cities and Climate Change*, OECD Publishing, París, 2010.

ción ilustra la evolución en las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero entre 1970 y 2010.

Por países, en cifras globales, medidas en millones de toneladas de CO₂e, China, Estados Unidos, la Unión Europea, India, Rusia y Japón son los principales emisores de gases de efecto invernadero.

El Gráfico 7 presenta las emisiones totales de los países y regiones citados desde 1990 hasta 2012.

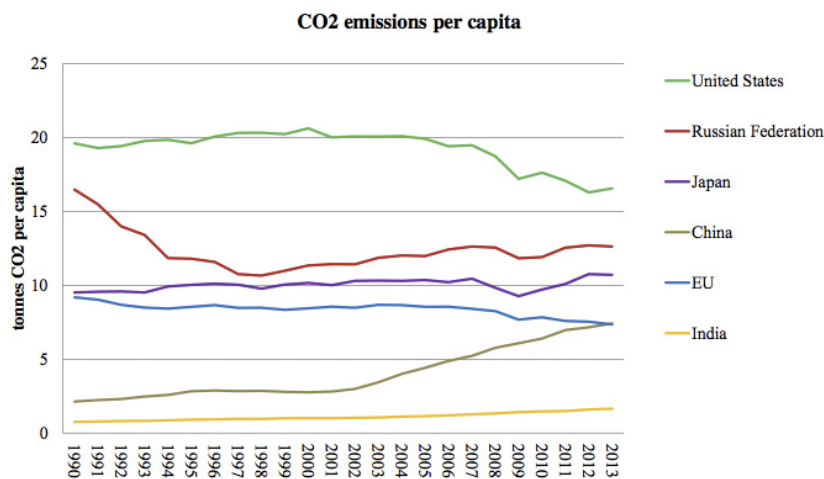


Source historical emissions data: inventories data to the UNFCCC (http://unfccc.int/national_reports/), emissions with Land Use, Land-Use Change and Forestry; for China and India data from EDGAR, all GHG emission, all sources and sinks, excl. forest and peat fires

Gráfico 7. Emisiones totales de todos los GEI, fuentes y sumideros 1990-2012.
Fuente: European Commission (2015: 2).

De los principales emisores de GEI, en términos per cápita, Estados Unidos encabeza el *ranking* de las emisiones de gases de efecto invernadero seguido de Rusia, Japón, China, la Unión Europea e India. El Gráfico 8 a continuación ilustra la evolución de las emisiones per cápita entre 1990 y 2012.

Lo expuesto con anterioridad en este apartado identifica el aumento medio global de las temperaturas como una de las observaciones más robustas de la ciencia climática. Además, los modelos climáticos solo pueden reproducir adecuadamente las temperaturas si se incluyen las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por el hombre. Dichas emisiones vienen fundamentalmente derivadas de la quema de combustibles fósiles y del cambio en los usos de la tierra. En la atribución de responsabilidades en términos per cápita, Estados Unidos ha estado a la cabeza de los principales contaminadores desde 1990, seguido por Rusia y Japón. Es interesante ver cómo China ha adelantado a la Unión Europea en emisiones per cápita y cómo la India es el único de los grandes contaminadores con emisiones por debajo de 2 toneladas de CO₂ per



Source : CO₂ emissions per capita from fossil-fuel use and cement production, trends in global CO₂ emissions, 2014 Report, PBL, JRC

Gráfico 8. Emisiones de CO₂ per cápita de los principales emisores 1990-2013.
Fuente: *European Commission* (2015: 2).

cápita³⁷. Es preciso recordar que para evitar una interferencia peligrosa con el clima las emisiones per cápita deben situarse en 1,7 toneladas al año.

Impactos y consecuencias del cambio climático

Como se apuntaba en la introducción de esta sección, los modelos climáticos, los modelos de los impactos del cambio climático y los modelos económicos subestiman la dimensión del problema del cambio climático. A continuación se presentan brevemente las principales limitaciones de los modelos mencionados para dar paso a la descripción de las consecuencias que dichos modelos prevén.

Los modelos climáticos a menudo ignoran los efectos de los puntos de no retorno que supondrían «la existencia de un umbral crítico a partir del cual una mínima perturbación podría alterar cualitativamente el estado o el desarrollo de un sistema»³⁸. En concreto, los modelos climáticos suelen omitir: el derretimiento del permafrost y la consiguiente emisión de metano, el colapso de los casquetes polares, la emisión del metano procedente del lecho marino y las interacciones del cambio climático con los ecosistemas y con la biodiversidad. Además, hay una subestimación

³⁷ <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC>

³⁸ LENTON, Timothy M. «Tipping elements in the Earth's climate system», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, February 2008, Vol. 105, n.º 6, pp. 1786-1793.

en los modelos climáticos relativa a la acidificación de los océanos, el colapso de la circulación termohalina, el colapso de la Amazonía y de otros bosques tropicales y el comportamiento dinámico de otros sistemas complejos. También es preocupante que los actuales modelos climáticos no sean capaces de replicar eventos climáticos significativos del pasado³⁹.

Por otro lado, los «modelos de impactos», aquellos que se ocupan de las consecuencias que el cambio climático tendrá para la población, no incluyen, por ejemplo, los impactos no lineales del cambio climático en los cultivos. Tampoco reflejan en su totalidad los efectos de los cambios en la disponibilidad de agua. Además, hay muy pocos modelos de impactos que estimen las consecuencias del cambio climático para escenarios de calentamiento medio global de 4 °C o más. Por último, la modelización de las migraciones ocasionadas por el cambio climático es limitada hasta el momento.

A las omisiones y limitaciones de los modelos climáticos y de los modelos de impactos se suman las limitaciones de los «modelos económicos». Estos últimos modelos presuponen que los impactos del cambio climático van a ser moderados y, por lo tanto, en general no incluyen los eventos climáticos extremos o las catástrofes. Además, los modelos no consideran las consecuencias sociales, como los posibles conflictos agravados o iniciados debido a la competencia por los recursos naturales. Estas omisiones implican que la mayoría de los modelos económicos solo informan sobre aquellos costes que pueden ser analizados de manera precisa por modelos de equilibrio general computable. Es decir, los datos que no son suficientemente precisos para permitir una adecuada modelización, ya sea por lo extremo e impredecible de sus consecuencias, ya sea porque no hay un mercado para cierto tipo de bienes y servicios (por ejemplo, la pérdida de una especie endémica), no se reflejan en los resultados de los modelos económicos del cambio climático. Otra omisión fundamental de estos modelos es que no tienen en cuenta las interacciones entre los impactos⁴⁰. Por último, la elección de las tasas de descuento para comparar costes y beneficios que ocurren en distintos períodos temporales depende en cada modelo de la importancia que le demos a los costes y beneficios ambientales que afectan a distintas generaciones, una cuestión ética y práctica que está lejos de ser resuelta.

Así pues, las consecuencias que se detallan a continuación no pueden considerarse más que el extremo inferior del rango de posibles impactos del cambio antropogénico del clima.

³⁹ Vid. STERN, Nicholas, *op. cit.*, nota 27, pp. 842-843.

⁴⁰ DIETZ, Simon; STERN, Nicholas, y ZENGHELIS, Dimitri. «Reflections on the Stern review (1). A Robust Case for Strong Action to Reduce the Risks of Climate Change», *World Economics*, 2007, 8(1), pp. 121-168.

Medio ambiente

Algunas de las principales consecuencias ambientales derivadas del cambio climático a nivel global incluyen: cambios en los patrones de temperatura y precipitaciones, aumento en el nivel del mar, variaciones en los ecosistemas y aumento de los fenómenos meteorológicos extremos. A continuación se resumen brevemente los principales resultados del Quinto Informe de Evaluación del *IPCC* en relación con dichas consecuencias ambientales.

Temperaturas

Entre 1880 y 2012 el aumento medio global de las temperaturas⁴¹ ha sido de 0,85 °C. El *IPCC* estima que a finales del siglo XXI las temperaturas medias globales pueden incrementarse entre 3,7 y 4,8 °C con relación a la media de las temperaturas experimentadas entre 1850 y 1900 si no aumentamos nuestros esfuerzos de reducción de emisiones. Es necesario recordar que un aumento de la temperatura media global mayor de 2 °C en relación a la era preindustrial supondría adentrarnos en un escenario de interferencia peligrosa con el sistema climático.

La Figura 4 a continuación, proveniente del Cuarto Informe del *IPCC*, muestra las principales consecuencias del cambio climático para distin-

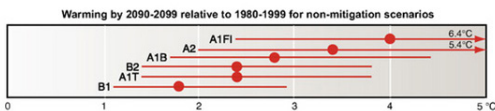
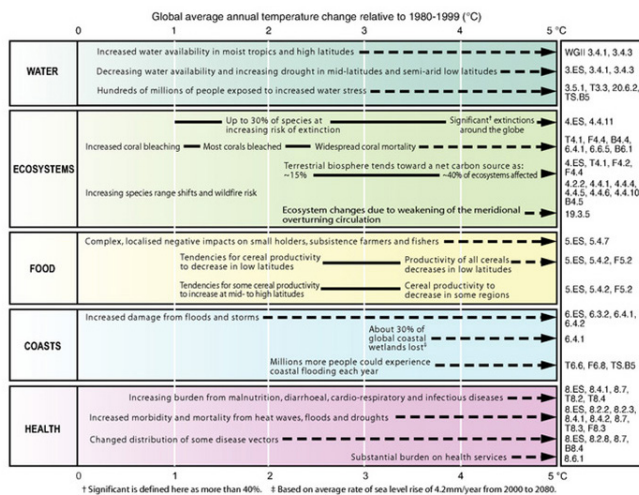


Figura 4. Consecuencias del aumento medio global de las temperaturas. Fuente: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/figure-3-6.html

⁴¹ Teniendo en cuenta tanto la temperatura de la superficie terrestre como la temperatura de la superficie del océano.

tos aumentos de las temperaturas medias globales. Al afectar a un espectro muy amplio de entornos es una muestra más de su naturaleza líquida y permeable.

Aumento en el nivel del mar

El Quinto Informe de Evaluación del *IPCC* afirma que la tasa de aumento del nivel del mar que ha tenido lugar desde mediados del siglo XIX ha sido mayor que en los últimos dos mil años. Desde principios del siglo XX y hasta 2010 el aumento medio del nivel del mar fue de 19 cm. En el último cuarto del siglo XXI se espera que el nivel del mar aumente entre 26 cm y 98 cm en media a nivel global, dependiendo del escenario analizado, en comparación con el periodo 1986-2005. Las consecuencias para los países con una proporción significativa de su población viviendo en la costa y para los Estados insulares serán graves, especialmente para países en desarrollo debido a su vulnerabilidad y a su falta de capacidad de adaptación⁴².

Agua

A pesar de la incertidumbre inherente a las predicciones sobre la disponibilidad de agua y las precipitaciones, los últimos estudios analizados en el Quinto Informe del *IPCC* apuntan a que se exacerbarán las tendencias existentes.

Las zonas áridas y semiáridas (como por ejemplo el sur de Europa, la mayor parte de América, el sur de Australia y gran parte de África) tendrán menores precipitaciones. La consecuencia de ello es que cientos de millones de personas quedarán expuestas a estrés hídrico⁴³ (*IPCC*, 2007a). Además, países menos desarrollados cuya estructura económica es de base agrícola (por ejemplo, países de África subsahariana) o países cuyo aporte hídrico depende en gran medida de los glaciares (países en desarrollo en América Latina y en Asia) son muy vulnerables a las reducciones en las precipitaciones y a las reducciones en la disponibilidad de agua⁴⁴. Pero incluso países desarrollados en el área del Mediterráneo, el suroeste de Estados Unidos o Australia se verán afectados en lo que a su producción agrícola se refiere. También las regiones urbanas en países desarrollados sufrirán de manera significativa la falta de agua. Por otro lado, las zonas húmedas experimentarán un aumento en las precipitaciones (los trópicos y las latitudes más altas, por

⁴² RIVERA, Alicia. «El mar subirá hasta 0,80 metros en España por el cambio climático», Diario *El País*, 24 de septiembre de 2014. Disponible en http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/09/24/actualidad/1411585542_946724.html

⁴³ Por estrés hídrico nos referimos a un exceso de demanda de agua durante un período determinado.

⁴⁴ SHEA, J. M.; IMMERZEEL, W. W.; WAGNON, P.; VINCENT, C., y BAJRACHARYA, S. «Modelling glacier change in the Everest region, Nepal Himalaya». *The Cryosphere*, 9, 1105-1128, doi:10.5194/tc-9-1105-2015, 2015.

ejemplo). Por último, se esperan precipitaciones extremas más frecuentes a medida que aumenta la temperatura media global.

Deshielo ártico y de los glaciares

No hay espacio en este capítulo para tratar *in extenso* las consecuencias que el retroceso del hielo ártico tendrá sobre distintos factores económicos, políticos, legales y de todo tipo. Lo llamativo del fenómeno del deshielo estival de buena parte de las costas siberianas está, no obstante, restando el protagonismo que merece a otros efectos como la desaparición del permafrost siberiano y la liberación de grandes cantidades de metano contenidas en él⁴⁵.

También es llamativo el deshielo de los glaciares, en particular los andinos y los de las grandes cordilleras asiáticas. La desaparición de estas reservas de agua dulce empezará a tener efectos muy notorios sobre las poblaciones, los cultivos y la vegetación general de regiones que albergan una rica biodiversidad y son importantes sumideros de CO₂. En el caso andino, la ausencia de precipitaciones en la vertiente pacífica de la cordillera hace que esta solo sea habitable gracias al aporte del deshielo. Hay pocas esperanzas de que el cambio en el patrón de las precipitaciones que se está viendo en todo el mundo vaya a contrarrestar la falta de agua procedente del deshielo en las regiones anteriormente mencionadas.

Alteración de las corrientes termohalinas

Las corrientes *termohalinas* son aquellas cuya circulación en los océanos está regulada por la temperatura (*thermos*) y la salinidad (*halinos*) del agua. Quizás la más conocida sea la Corriente del Golfo. Son un caso claro de la complejidad del sistema climático al convertirse en causa y efecto del mismo. Sus flujos se ven alterados por el vertido de grandes cantidades de agua dulce del deshielo, principalmente del Ártico. Estas grandes masas de agua disminuyen la salinidad del Atlántico —en el caso de la Corriente del Golfo— y también la temperatura media de las aguas⁴⁶.

En un sistema complejo como este, la posición de los sistemas de presión atmosférica depende de las corrientes *termohalinas*. En el Atlántico norte, es el anticiclón de las Azores el que se posiciona en función de la ubicación de la corriente submarina. El anticiclón, a su vez, determina los ciclos de pluviosidad en Europa y es, en buena parte, el responsable de

⁴⁵ El metano tiene veinticinco veces más poder de calentamiento que el CO₂.

⁴⁶ BOULTON, C. A. *et al.* «Early warning signals of Atlantic Meridional Overturning Circulation collapse in a fully coupled climate model». *Nat. Commun.* 5:5752 doi: 10.1038/ncomms6752 (2014). <http://www.nature.com/ncomms/2014/141208/ncomms6752/full/ncomms6752.html>

las diferencias de precipitaciones que experimenta la península ibérica respecto de otras latitudes continentales.

De este modo, a través de su efecto sobre las corrientes *termohalinas*, el deshielo ártico termina por determinar la pluviosidad en España y, probablemente, también su temperatura si la Corriente del Golfo se desplaza hacia otras latitudes.

Ecosistemas

Las especies y los ecosistemas tienen una capacidad de adaptación notable. Así, determinadas especies pueden migrar en busca de climas más propicios si las temperaturas de un área determinada cambian. Sin embargo, esta capacidad de adaptación es limitada, especialmente a partir de un incremento de 2 °C. De hecho, hasta el 30 por ciento de las especies podrían desaparecer si la temperatura global media aumenta en más de 1 °C en comparación con las temperaturas experimentadas entre 1980 y 1999 (vea la Figura 4). Para aumentos de la temperatura superiores a 4 °C en comparación con la era preindustrial se esperan cambios ecosistémicos y pérdida de biodiversidad significativos⁴⁷.

Agricultura y seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria depende, entre otros factores, de las expectativas de crecimiento económico a largo plazo, de los niveles preexistentes de desnutrición de la población, del posicionamiento de los países en los mercados agrícolas mundiales y de la capacidad de adaptación.

A pesar de que mayores temperaturas medias globales podrían aumentar la producción de ciertos cultivos (por ejemplo, el trigo en España⁴⁸), el consenso en la comunidad científica internacional indica que la seguridad alimentaria se vería amenazada a nivel global para escenarios de calentamiento superiores a los 4 °C en comparación con la era preindustrial⁴⁹.

Salud

Al igual que el resto de los impactos del cambio climático, aquellos que afectan a la salud de los ciudadanos afectan de diferente manera a los habitantes de distintos países. Habrá consecuencias positivas de un au-

⁴⁷ Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. *Turn Down the Heat. Why a 4 °C Warmer World Must be Avoided*. November 2012. World Bank.

⁴⁸ Met Office Hadley Centre. *Climate: Observations, projections and impacts*. Spain. 2011. Department of Energy and Climate Change. Disponible en: <http://www.metoffice.gov.uk/media/pdf/k/i/Spain.pdf>

⁴⁹ *Ibid.*

mento moderado de las temperaturas como por ejemplo la disminución de muertes ocasionadas por el frío. Aun así, se espera que los efectos negativos sobre la salud prevalezcan sobre los positivos.

La desnutrición exacerbada a causa del cambio climático, las muertes ocasionadas por la mayor prevalencia de fenómenos meteorológicos extremos, el aumento de las enfermedades infecciosas y los problemas respiratorios y cardíacos, afectarán de manera desproporcionada a los países en desarrollo, en especial a las mujeres⁵⁰.

El desplazamiento de condiciones climáticas hacia el norte propiciado por el calentamiento global no se presenta solo. El cambio climático podría favorecer un aumento de casos de dengue, virus del Nilo occidental o la fiebre Chikungunya, entre otros⁵¹.

Por último, los impactos del cambio climático serán diferentes dependiendo de la zona analizada. La Figura 5 a continuación presenta dichos impactos por regiones, especificando el grado de confianza relativo a si los impactos tienen su origen en el cambio climático.

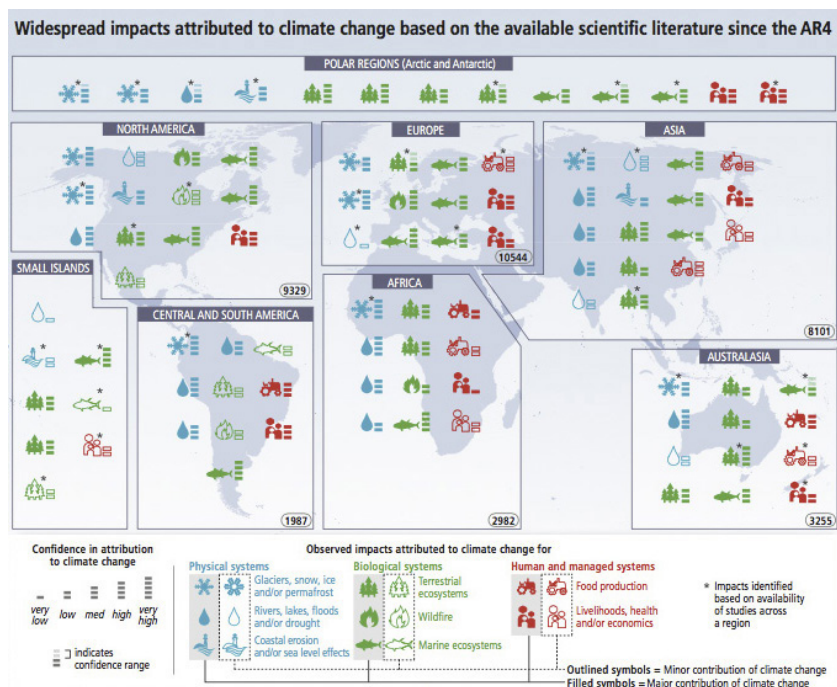


Figura 5. Impactos del cambio climático por regiones. Fuente: IPCC (2014a: 7).

⁵⁰ <http://www.transicionenergeticaycc.org/web/es/foro/post/Cambio-climatico-y-mujer/>

⁵¹ http://www.oscc.gob.es/en/general/salud_cambio_climatico/enfermedades_infecciosas_en.htm

Para conseguir limitar el aumento global medio de las temperaturas a 2 °C el *IPCC* estima que sería necesario reducir las emisiones de CO₂ entre un 40 y un 70 por ciento en 2050 en relación con las emisiones de 2010. A finales de siglo las emisiones deberían ser cercanas a cero, suponiendo esto una revolución hacia una economía, política y sociedad completamente descarbonizadas.

Economía

Afirmaba Martin Weitzman en 2009 que el cambio climático había puesto a prueba la disciplina de la economía más allá del análisis marginal y del entorno de los mercados. Además, los gases de efecto invernadero residen en la atmósfera durante muchos años y hay una probabilidad no despreciable de una reducción «desastrosa» de bienestar del planeta⁵². Todo ello se conjuga con el análisis, en general cortoplacista, de empresas, Gobiernos e individuos. Estos factores, añadidos a las limitaciones en la modelización detalladas con anterioridad, invitan a contextualizar los datos de las consecuencias económicas del cambio climático.

Estudios empíricos relativamente recientes afirman que, en el pasado, aumentos de las temperaturas de 1 °C en países en desarrollo han supuesto reducciones del PIB del 1,3 por ciento que han afectado al sector agrícola, al industrial y a la estabilidad política de dichos países. Los efectos de las variaciones en los patrones de precipitaciones son menos acusados que los de las temperaturas⁵³.

Las estimaciones de los costes futuros a nivel macroeconómico derivadas del cambio climático dependen de manera significativa de los modelos y sus supuestos. Stern, por ejemplo, afirmaba que el cambio climático podía suponer una reducción en el crecimiento de entre el 5 y el 20 por ciento ahora y en el futuro, si no se tomaban medidas de mitigación contundentes a corto plazo.

En lo relativo a los costes de estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero el *IPCC* afirmaba en 2007 que, dependiendo de los escenarios de estabilización de los gases de efecto invernadero, los impactos económicos oscilaban entre la obtención de ganancias del 1 por ciento del PIB mundial y las pérdidas del 5 por ciento del PIB global. La Tabla 1 a continuación presenta la información detallada sobre distintos escenarios de estabilización y sus costes en dos horizontes temporales, 2030 y 2050.

⁵² WEITZMAN, Martin. «On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change». *Review of Economics and Statistics*, (2009). 91(1), pp. 1-19.

⁵³ RICHARDSON, Katherine; STEFFEN, Will, y LIVERMAN, Diana. «Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions». Cambridge University Press, Cambridge, 2011.

Nivel de estabilización (ppm de CO ₂ -eq)	Mediana de la reducción del PIB ^{a)} (%)		Franja de reducción del PIB ^{b)} (%)		Reducción del promedio anual de las tasas de crecimiento del PIB (en puntos porcentuales) ^{c, d)}	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050
445 – 535 ^{e)}	No disponible		<3	<5,5	< 0,12	< 0,12
535 – 590	0,6	1,3	0,2 y 2,5	ligeramente negativo y 4	< 0,1	< 0,1
590 – 710	0,2	0,5	-0,6 y 1,2	-1 y 2	< 0,06	< 0,05

Notas:

Los valores indicados en esta tabla corresponden al conjunto de todas las publicaciones científicas para todos los niveles de referencia y escenarios de mitigación que arrojan cifras del PIB.

a) PIB mundial basado en los tipos de cambio de mercado.

b) Se indican cuando proceden los percentilos 10 y 90 de los datos analizados. Los valores negativos indican aumentos del PIB. En la primera línea (445-535 ppm de CO₂-eq) se indica la cota superior estimada de los estudios publicados únicamente.

c) El cálculo de la reducción de la tasa de crecimiento anual está basado en el promedio de la reducción conseguida durante el periodo estudiado que daría lugar a la disminución indicada del PIB de aquí a 2030 y a 2050, respectivamente.

d) El número de estudios es relativamente pequeño, y sus niveles de referencia suelen ser bajos. Niveles de referencia de las emisiones altos suelen arrojar costos superiores.

e) Los valores corresponden a la estimación más alta de la reducción del PIB (tercera columna).

Tabla 1. Variación del PIB global para distintos escenarios de estabilización.

Fuente: *IPCC (2007a: 69)*.

El *IPCC* concluía en su informe de 2007 que el cambio climático muy probablemente suponga un coste neto para el crecimiento económico global. Además, estos costes aumentan a medida que aumenta la temperatura.

Estudios más recientes, cuyos datos recoge el Quinto Informe del *IPCC* (2014b), afirman que el impacto económico del cambio climático oscilaría entre un aumento menor del 3 por ciento del PIB global para aumentos de la temperatura media global de 1 °C en comparación con la era pre-industrial y una pérdida cercana al 12 por ciento del PIB global para aumentos de las temperaturas de más de 3 °C. El Gráfico 9 a continuación presenta los impactos sobre el crecimiento económico de distintos niveles de aumento de las temperaturas. Los análisis más recientes también indican que los costes de estabilización del cambio climático han aumentado ya que el retraso en la acción supone costes mayores de la mitigación⁵⁴.

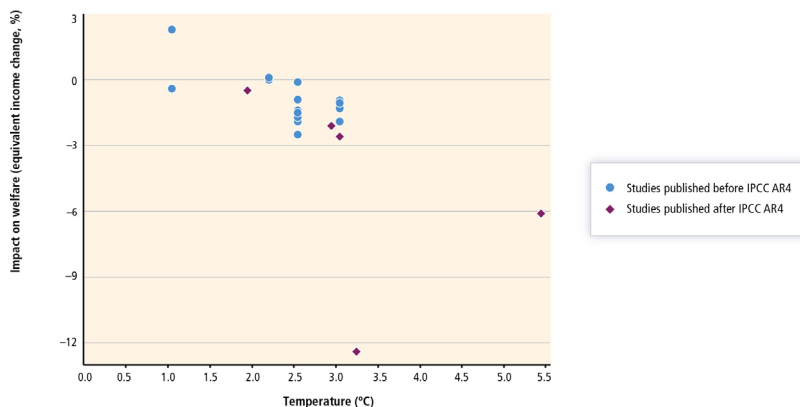


Figure 10-1 | Estimates of the total impact of climate change plotted against the assumed climate change (proxied by the increase in the global mean surface air temperature); studies published since IPCC AR4 are highlighted as diamonds; see Table SM10-1.

Gráfico 9. Impacto económico global del cambio climático (PIB %) para distintas temperaturas (°C). Fuente: (IPCC, 2014b: 84).

⁵⁴ FLOATER, Graham. Comunicación personal. *Climate Change & Global Economy*. «Low Carbon Growth: Cities leading the next economy». London School of Economics and Political Science y Fundación Ramón Areces. Madrid, 6-8 de julio de 2015.

No obstante, más allá de las cifras, que seguro se revisarán en el futuro cuando haya más datos disponibles, es preciso plantearse si queremos asegurarnos, actuar, por un futuro con un clima más estable, menos extremo, que permita la vida en la Tierra en condiciones habitables.

Sociedad: migraciones ambientales y su contexto

Las migraciones poblacionales responden a múltiples factores. Aunque el económico suele estar presente en la mayor parte de los casos, el origen de la depauperación suele ser más complejo de analizar. La pérdida de oportunidades —incluso la pérdida de esperanza— tiene uno de sus orígenes en la degradación de la capacidad productiva del entorno desde el origen de los tiempos.

Factores como, por ejemplo, la deslocalización de las industrias productivas y altamente contaminantes contribuye a un sustancial empeoramiento de las condiciones medioambientales a cambio de una magra promesa de ingresos en industrias cuyos principales beneficiarios siguen estando lejos de los lugares donde se sufren sus efectos.

Ni las migraciones son nada nuevo, ni son necesariamente un fenómeno negativo⁵⁵. Los movimientos masivos de personas son un síntoma de que algo no está bien —o, simplemente, está peor de lo que estaba— en algún lugar.

A partir de ahí, el desplazamiento de personas implica una serie de retos y oportunidades. Por un lado, permite equilibrar oferta y demanda, por otro, requiere de una planificación adecuada para que este equilibrio se produzca. Los actuales repartos de expatriados que se están produciendo, por ejemplo, en Europa no responden, desgraciadamente, a este concepto de equilibrio, sino a una distribución más o menos pactada de la carga que supone administrar una sobreoferta.

En cualquier caso, la misma causa de las migraciones ofrece una posibilidad para su mitigación. Más que el establecimiento de fronteras pretendidamente impermeables o del sostenimiento de Estados tapón punitivos, la deslocalización de industrias hacia regiones en desarrollo en los márgenes de los países de destino puede permitir una mayor eficiencia en la producción, un aprovechamiento de los recursos humanos a nivel global y un alivio para el equilibrio oferta-demanda de las condiciones laborales en los países desarrollados. El establecimiento de políticas de apoyo al desarrollo en terceros países es una solución mucho más efec-

⁵⁵ Las migraciones son consideradas en el Quinto Informe de Evolución del IPCC como una respuesta adaptativa, positiva, al cambio climático. Vea: Kayly Ober: «¿How the IPCC views migration». University of Bonn. 2014. Disponible en http://www.geographie.uni-bonn.de/forschung/wissenschaftliche-bereiche/geographische-entwicklungsforschung-1/nachwuchsgruppe-sakdapolrak/transre-fact-sheet-no1_pdf

tiva —y socialmente aceptable— que la aplicación de medidas coercitivas de seguridad.

Igual que la mejor manera de combatir las consecuencias del cambio climático es atajar sus causas, el mejor modo de limitar los efectos de las migraciones, una vez que se dan las circunstancias para que estas se produzcan, es derivar los movimientos hacia nuevos polos de producción donde la integración de los migrantes pueda efectuarse de un modo más natural.

Dicho lo anterior, cabe ahora analizar la magnitud de las migraciones desde los años 90, así como los factores que previsiblemente impactarán en las migraciones futuras. Naciones Unidas estimaba en 2013 que el número de migrantes a nivel mundial había alcanzado la cifra récord de 232 millones de personas⁵⁶, habiendo aumentado un 50 por ciento desde 1990. El Gráfico 10 a continuación presenta los datos de migraciones tanto en países desarrollados como en países en desarrollo entre 1990 y 2013.

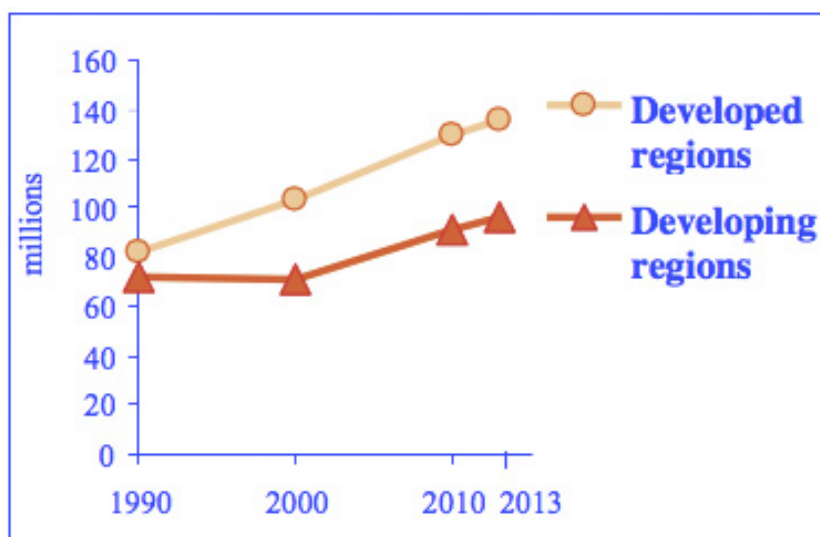


Gráfico 10. Evolución de las migraciones internacionales 1990-2013.
Fuente: *United Nations* (2013a: 1).

Por regiones, Europa seguida de cerca por Asia y América del Norte, son las zonas en las que se produce el mayor número de migraciones como muestra el gráfico 11.

⁵⁶ United Nations: Population Facts, n.º 2013/2, septiembre de 2013. Disponible en http://esa.un.org/unmigration/documents/The_number_of_international_migrants.pdf

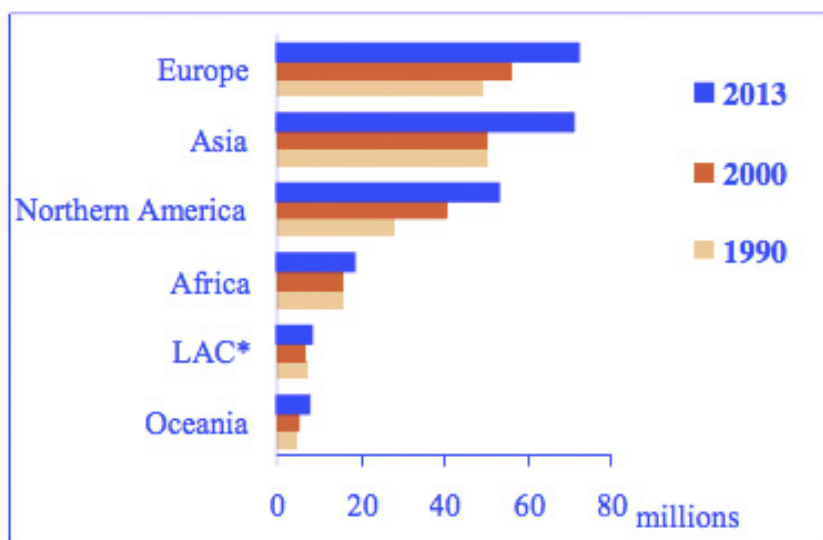


Gráfico 11. Emigraciones por regiones 1990, 2000 y 2013.
Fuente: *United Nations* (2013a: 1).

Además, es interesante destacar que diez países, con Estados Unidos a la cabeza y entre los que se encuentra España, concentran más de la mitad de las migraciones a nivel global (ver el Gráfico 12).

En el futuro, los principales factores que van a determinar las migraciones a nivel internacional, y que se añaden a los ya mencionados, incluyen⁵⁷: la globalización, la diversificación de las sociedades, los procesos de urbanización en los países en desarrollo, el descenso en la fertilidad de la población, unido al aumento de la longevidad, causantes ambos del envejecimiento de la población, los cambios tecnológicos, el aumento en la educación, los cambios demográficos y el cambio climático. A pesar de las limitaciones en los datos, el resto de este apartado analizará los factores más relevantes de las migraciones relacionadas con factores ambientales y sus implicaciones.

Las migraciones por causas medioambientales se están convirtiendo en una de las principales preocupaciones de los gobernantes por el potencial desestabilizador que presentan. Cuando algunas estimaciones cifran el potencial de las migraciones medioambientales⁵⁸ en uno o dos órdenes

⁵⁷ International Migration Institute: Global «Megatrends» for Future International Migration, University of Oxford, 2011, Disponible en <http://www.imi.ox.ac.uk/publications?keywords=&year=&group=gmf&author=&type=>

⁵⁸ Vea MARCOS GAMERO RUS, Jesús. «Las migraciones humanas inducidas por el cambio climático como un fenómeno multicausal: la respuesta desde las políticas socio-laborales y los mecanismos de protección social». Directora: Mercedes Prado Buendía.

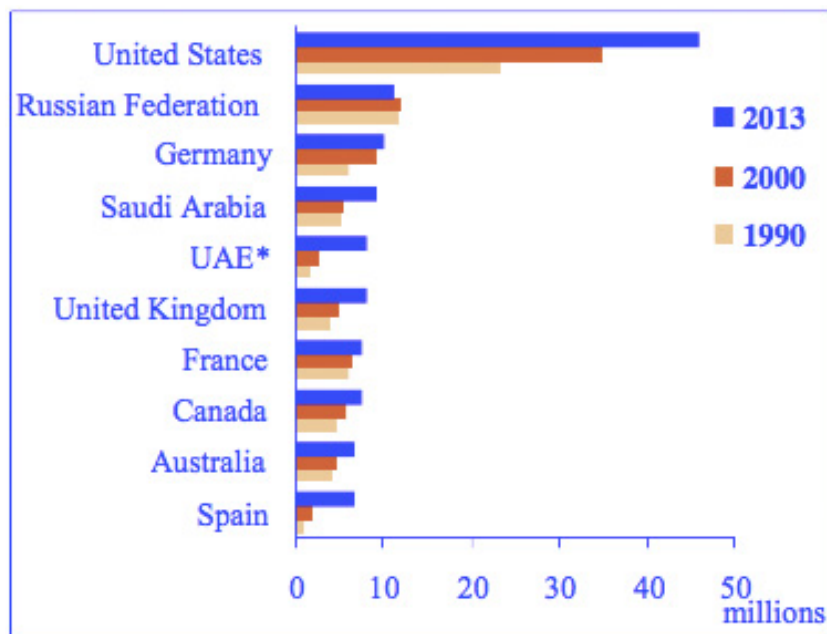


Gráfico 12. Países con más migrantes 1990, 2000 y 2013.
Fuente: *United Nations* (2013a: 2).

de magnitud superior a las de carácter económico y político (esto es, entre diez y cien veces mayores), cabe preguntarse cuál sería la respuesta de los mismos países que cuestionaron el Tratado de Schengen de libre circulación de personas, mercancías y servicios ante una avalancha de personas de 25.000 inmigrantes a las costas de la isla italiana de Lampedusa y su posterior acceso al continente⁵⁹ hasta mayo de 2015.

Limitar el estudio de los fenómenos migratorios al ámbito medioambiental de forma estricta nos priva de la perspectiva necesaria para comprender su alcance. La Figura 6 a continuación ilustra los elementos clave en los procesos migratorios entre los que destacan las relaciones entre la seguridad medioambiental, la seguridad energética y la seguridad alimentaria, además de los avances en el ámbito tecnológico.

Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Análisis Social, 2014. Disponible en <http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/19802/Gamero-Rus-JMarcos-tesis.pdf?sequence=1>

⁵⁹ <http://www.euronews.com/2011/05/10/what-future-for-schengen/>. Según la IOM (International Organization for Migration) desde el 1 de enero hasta el 25 de septiembre de 2015 habían cruzado el Mediterráneo más de medio millón de personas desde Siria en busca de asilo en la UE. <http://missingmigrants.iom.int/en/half-million-migrants-cross-mediterranean-while-almost-3000-die-so-far-2015>

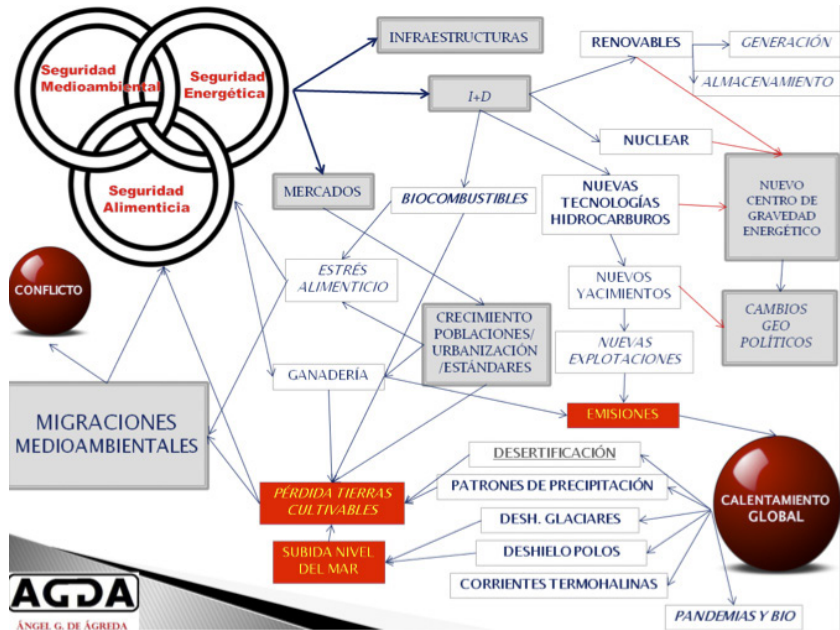


Figura 6. El cambio climático como elemento multiplicador en la generación de conflictos a través de los fenómenos migratorios. Fuente: Elaboración propia. Ángel Gómez de Ágreda.

La llegada de flujos migratorios procedentes de regiones donde las condiciones de vida, ya de por sí difíciles, se ha visto agravada por el avance de la desertificación y por la especulación con el menguante terreno cultivable y el agua de riego⁶⁰.

La pérdida de tierras cultivables tiene que ver con factores como el incremento de los pastos para alimentación del ganado necesario para cubrir las necesidades de una creciente población urbana de países en desarrollo que incluye la carne en su dieta. De igual modo, la utilización de la tierra disponible para el cultivo de plantas oleaginosas de las cuales extraer biocombustibles es otro de los factores beligeros. A este respecto baste recordar la rebelión que se produjo en Madagascar ante la pretensión de la compañía coreana Daewoo en 2008⁶¹. Ese fue, precisamente, el mismo año en el que el precio del barril de petróleo alcanzaba su cénit, propiciando la búsqueda de fuentes alternativas de energía que pasasen a ser rentables a esos precios. De alguna manera, el cambio climático fue uno de los elementos que germinaron en las «revueltas árabes», que

⁶⁰ <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/rb18.pdf>

⁶¹ <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/africaandindianocean/madagascar/4240955/Land-rental-deal-collapses-after-backlash-against-colonialism.html>

comenzaron en un mercado tunecino como consecuencia de la subida del precio de los alimentos⁶².

La disponibilidad de tierra también se ve afectada por la subida del nivel del mar, especialmente en los grandes deltas de los principales ríos que han sido tradicionalmente los graneros principales de sus países. Además de las consecuencias para zonas densamente pobladas de las que ya se habló anteriormente, el efecto para la agricultura es doble, por un lado la inundación de las tierras por el mar (que, en casos como las Bocas del Ganges, en Bangladesh, podría llegar a ser catastrófica) y, por otro, la inundación de los acuíferos próximos a la línea de costa y su consiguiente salinización e inhabilitación para el riego y el consumo humano y animal.

El resultado final del proceso del cambio climático es la alteración de las condiciones de vida de las poblaciones de un determinado entorno. El empobrecimiento de las mismas en unos casos y el surgimiento de nuevas oportunidades en otros determinarán un fenómeno que no por menos novedoso deja de ser altamente preocupante y beligerante, las migraciones masivas de poblaciones humanas. La Figura 7 a continuación ilustra las áreas en las que se concentran las migraciones a nivel mundial y algunas de las causas, relacionadas con factores ambientales y climáticos, que causan dichas migraciones.



Conflict constellations in selected hotspots



From: Warner, Koko, Frank Laczko (2008). *Migration, Environment and Development: New Directions for Research*. In: Joseph Chamie and Luca Dall'Oglio (eds), *International Migration and Development. Continuing the Dialogue: Legal and Policy Perspectives* Center for Migration Studies (CMS) and International Organization for Migration (IOM).

Figura 7. Migraciones, medio ambiente y desarrollo. Fuente: Warner y Laczko (2008).

⁶² <https://www.opendemocracy.net/openeconomy/%C3%A1ngel-g%C3%B3mez-de-%C3%A1greda/globalisation-view-from-jetstream>

Históricamente, las migraciones masivas siempre han dado lugar a conflictos; en esta ocasión tenemos la ventaja de tener una visión global del problema y la capacidad de actuar sobre él a escala planetaria. Lo que parece evidente desde el punto de vista de la seguridad es que el gran reto que nos presenta el cambio climático es la gestión de sus consecuencias para millones de personas en todo el mundo. Lo inteligente será actuar sobre las causas que están provocando los éxodos al tiempo que se diseñan políticas de reparto de oportunidades que canalicen los flujos migratorios.

Seguridad nacional

La liquidez de la geopolítica del siglo XXI se manifiesta principalmente en la interrelación existente entre los distintos factores que la conforman. La seguridad, como un componente más de la misma, deja de poder ser entendida de la forma separada que nos sugiere el idioma inglés. *Security* y *safety* no pueden concebirse como aspectos separados ni separables, ya que la sociedad demanda una seguridad que los abarca a los dos. Esta seguridad, además, debe comprender todos los campos que afectan al ser humano, ya que la fluidez de la misma mezcla sus distintos aspectos sin que sea posible diferenciarlos.

En lo relativo al cambio climático, la Estrategia Nacional de Seguridad de 2013 (ENS2013)⁶³ lo considera como un multiplicador de amenazas para España. Literalmente, la Estrategia afirma que «es preciso considerar la incidencia del cambio climático y los fenómenos ambientales extremos a él asociados» (ENS2013, p. 34)⁶⁴.

Otros países, como Estados Unidos, incluyen al cambio climático en la misma categoría en sus respectivas estrategias⁶⁵. Además de reconocer

⁶³ Departamento de Seguridad Nacional, «Estrategia Nacional de Seguridad de España, un proyecto compartido», Presidencia del Gobierno, 2013. Disponible en http://www.lamoncloa.gob.es/documents/seguridad_1406connavegacionfinalaccesiblebpdf.pdf

⁶⁴ Para una visión del impacto del cambio climático particularizado en España puede verse el blog de RUIZ DE ELVIRA, Antonio, «¿Por qué afectarán los extremos climáticos más a España que a otras regiones?», publicado en *El Mundo* el 3 de mayo de 2015. <http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/elporquedelascosas/2015/05/03/por-que-es-espana-especialmente.html>

⁶⁵ En el caso de Estados Unidos, se contempla tanto en la Estrategia Nacional de Seguridad de 2015 (https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/2015_national_security_strategy.pdf) y sus predecesoras, como en la Estrategia Nacional Militar (<http://www.defense.gov/pubs/2011-National-Military-Strategy.pdf>) que publicó el Departamento de Defensa en 2011. La primera mención al cambio climático por parte del Departamento de Defensa se remonta al Informe de la Revisión Cuatrienal de la Defensa (*Quadrennial Defense Review Report*) de 2010 (<http://www.defense.gov/QDR/QDR%20as%20of%2029JAN10%201600.pdf>).

que los efectos del clima —muy especialmente los fenómenos extremos— pueden suponer un riesgo directo para las infraestructuras, los medios y los miembros de las Fuerzas Armadas, la estrategia americana subraya que el cambio climático es un elemento desestabilizador y potenciador de conflictos. De hecho, todo cambio en la naturaleza, sea física o humana, implica una necesidad de reacomodo y, por lo tanto, un potencial de conflicto en tanto se alcanza un nuevo *statu quo*.

El secretario de Defensa Hagel hace un excelente resumen de los distintos intereses que, desde la óptica de su Departamento, tiene el cambio climático. En el prefacio de *2014 Climate Change Adaptation Roadmap*⁶⁶ (CCAR), Hagel repasa los tres aspectos fundamentales sobre los que recaen las consideraciones medioambientales:

- Los tipos de misiones en que se verán implicadas las Fuerzas Armadas y los países en que tendrán lugar.
- La planificación de las operaciones.
- Los cambios logísticos y organizativos que supondrá el cambio climático.

Nuestros ejércitos, efectivamente, tendrán que adaptarse a nuevos tipos de misiones, tanto dentro como fuera de nuestro territorio nacional. Ya no se trata solo de garantizar la libertad y el bienestar frente a amenazas externas, sino también frente a fenómenos naturales o fortuitos. Un ejemplo de ello es la existencia de la Unidad Militar de Emergencias (UME)⁶⁷ en España. Su creación supuso un hito en la interpretación del papel de las Fuerzas Armadas e iba mucho más allá de las misiones fundamentales de las mismas. Sin embargo, esta misma línea de actuación está presente en las palabras de Hagel cuando dice que «The military could be called upon more often to support civil authorities, and provide humanitarian assistance and disaster relief in the face of more frequent and more intense natural disasters (CCAR, *op. cit.*)». En los últimos años, la UME ha recibido la visita de delegaciones de docenas de países de todo el mundo interesándose por su modelo de funcionamiento.

Una parte importante de la actividad militar consiste en preparar los medios humanos y materiales, así como los procedimientos de actuación, a los escenarios más probables. El planeamiento de las operaciones tiene que incluir los factores climáticos a la hora de determinar los posibles escenarios de confrontación. De hecho, esta realidad ya tiene lugar hoy día, cuando se potencia la construcción de rompehielos para facilitar las operaciones en el nuevo teatro de operaciones ártico, que se abre según retrocede el hielo, o cuando se favorece la elección de un determinado

⁶⁶ http://www.acq.osd.mil/ie/download/CCARprint_wForeword_c.pdf

⁶⁷ <http://www.ume.mde.es/>

camuflaje en función de la vegetación existente (o ausente) en las regiones potencialmente más conflictivas⁶⁸.

Estados Unidos ha creado incluso un centro especializado en el análisis y la investigación y en el asesoramiento en el desarrollo de políticas relativas al cambio climático y la seguridad. El Centro para el Clima y la Seguridad⁶⁹ explora los riesgos asociados al clima para la Seguridad Nacional desde el convencimiento de que la influencia del mismo ha alcanzado un nivel sin precedentes en la historia de la humanidad.

Además de las consecuencias directas de la acción del clima sobre las operaciones de los ejércitos, el factor medioambiental va a forzar un cambio en el paradigma energético que ha predominado durante los dos últimos siglos. El carácter global y transfronterizo del clima, al que ya se ha aludido, trae consigo una serie de consecuencias geoestratégicas que se reflejan no solamente en el ámbito de la defensa, sino también en el resto de los campos de la acción del Estado⁷⁰.

Finalmente, los mismos cambios que se producen en el clima a nivel global, y afectan a nuestras operaciones en el exterior, condicionarán la logística de nuestras bases y nuestros destacamentos. Este aspecto es, quizás, el más complejo de todos por la diversidad de los factores que contiene. Va mucho más allá de la amenaza física que suponen los fenómenos altamente destructivos para nuestras instalaciones y para nuestro personal. También tiene que ver con la seguridad de nuestras líneas de suministro, con las condiciones a las que habrá que enfrentarse una vez en misión y con aquellas que estarán presentes en la preparación de las tropas o que impactarán en el diseño o la vida útil del material.

Estos condicionantes logísticos obligan a una aproximación dual al problema del cambio climático. Por un lado, con el fin principal de mantener la eficacia de funcionamiento, exigen la adaptación de los medios y los procesos a las nuevas condiciones. De forma paralela, como parte del compromiso con la sociedad y del esfuerzo por limitar los efectos del cambio, se requiere la adopción de soluciones imaginativas que coadyuven a la mitigación los mismos.

La implicación de las Fuerzas Armadas en la seguridad energética y medioambiental en algunos países quedó bien patente en 2009 con el nombramiento del almirante Neil Morisetti como enviado especial del Go-

⁶⁸ Centre for Climate and Security. «UK to Integrate Climate Change Into Military Planning». Disponible en <http://climateandsecurity.org/2014/10/15/uk-to-integrate-climate-change-into-military-planning/>

⁶⁹ <http://climateandsecurity.org/tag/department-of-defense/>

⁷⁰ GILES CARNERO, Rosa (coord.). «Cambio climático, energía y Derecho Internacional: perspectivas de futuro», Editorial Aranzadi, 27 de junio de 2012. ISBN 978-84-9014-099-4.

bierno británico para esos asuntos⁷¹ y, posteriormente, con su nombramiento como representante especial para el Cambio Climático⁷².

Todo lo expuesto anteriormente, relativo tanto a las causas como a las consecuencias del cambio climático, invita a reflexionar sobre cómo gestionar dicho cambio. El siguiente apartado analizará los aspectos más relevantes de la gobernanza climática.

La gobernanza del cambio climático: negociaciones climáticas internacionales

La regulación ambiental puede entenderse como el conjunto de acciones encaminadas a controlar los riesgos⁷³ derivados principalmente de las actividades económicas. Cuando dicho control o influencia se dispersan a niveles tanto supranacionales como subnacionales de gobierno, y cuando los instrumentos de regulación van más allá del mandato y el control, para incluir instrumentos económicos, acuerdos voluntarios o medidas de persuasión, estamos hablando de gobernanza⁷⁴. Las limitaciones de espacio obligan a centrar el análisis del presente apartado en el nivel internacional.

Los primeros datos científicos relativos al balance energético de la Tierra son fruto de las investigaciones de Joseph Fourier y datan de principios del siglo XIX. Sin embargo, no fue hasta finales del siglo XX cuando se comienza a forjar el régimen climático internacional.

Tras la primera Conferencia Mundial sobre el Clima, que tuvo lugar en 1979, y el establecimiento del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático en 1988⁷⁵, el pistoletazo de salida a la acción conjunta global en materia climática lo dio la creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1992. La CMNUCC, que entraría en vigor el 21 de marzo de 1994, fue uno de los resultados tangibles más significativos de la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. El objetivo último de la CMNUCC, tal como afirma el artículo 2 de la misma, supone lograr «la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los

⁷¹ <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200910/cmselect/cmcaff/145/14507.htm>

⁷² <https://www.gov.uk/government/people/neil-morissetti>

⁷³ BALDWIN, Robert; CAVE, Martin, y LODGE, Martin. *Understanding Regulation: Theory, Strategy and Practice*, New York: Oxford University Press. 2012.

⁷⁴ JORDAN, Andrew; WURZEL, Rüdiger, y ZITO, Anthony. «The Rise of “New” Policy Instruments in Comparative Perspective: Has Governance Eclipsed Government?» *Political Studies*, 2005, 53, pp. 477-496.

⁷⁵ http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php

ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible»⁷⁶.

En 1995, ante la necesidad de aumentar los compromisos en materia de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, comenzaron las negociaciones climáticas que culminaron en el Protocolo de Kioto de 1997. El objetivo del Protocolo de Kioto, reflejado en su artículo 3, era reducir las emisiones globales al menos un 5 por ciento, en relación a los niveles de emisiones de 1990, en el primer período de compromiso (2008-2012). Dicha reducción debía llevarse a cabo por los países industrializados, incluidos en el anexo I del Protocolo de Kioto, atendiendo al principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas. El 13 de febrero de 2015, la CMNUCC anunciaba que los países desarrollados que se habían comprometido a reducir sus emisiones habían cumplido con creces los objetivos de reducción de emisiones marcados en Kioto⁷⁷. Los datos relativos a los resultados del primer período de compromiso del Protocolo de Kioto, aun siendo positivos, son claramente insuficientes para limitar una interferencia peligrosa con el clima.

Según el informe del PNUMA del 2012⁷⁸, que analiza la brecha entre las emisiones actuales y las necesarias para limitar una interferencia peligrosa con el clima⁷⁹, las emisiones actuales se sitúan en el entorno de las 50.1GtCO₂e⁸⁰. Esta cifra es un 14 por ciento superior a la que deberíamos alcanzar en 2020, si queremos tener una probabilidad aceptable de cumplir con el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a un nivel tolerable. Además, esta cifra es un 20 por ciento mayor que las emisiones de principios del presente siglo. En términos de concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, en la actualidad se estima que hemos alcanzado concentraciones de 445 ppm de CO₂e. Además, estamos añadiendo 3 ppm de CO₂e al año a la atmósfera. Esto nos llevará a alcanzar la cota de 750 ppm de CO₂e en un siglo en un escenario tendencial.

⁷⁶ Naciones Unidas. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992, p. 8. Disponible en http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf

⁷⁷ <http://newsroom.unfccc.int/unfccc-newsroom/kyoto-protocol-10th-anniversary-timely-reminder-climate-agreements-work/>

⁷⁸ UNEP, *The Emissions Gap Report 2012*. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi. 2012.

⁷⁹ Consensuada en 2 °C de aumento en la temperatura media global en relación a la era preindustrial.

⁸⁰ CO₂e (CO₂ equivalente) es, según la OCDE, «una medida utilizada para comparar las emisiones de los distintos gases de efecto invernadero que se basa en su potencial de calentamiento». <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=285>

Según el Quinto Informe de Evaluación del *IPCC* para evitar una interferencia peligrosa con el sistema climático, consensado en limitar el aumento medio global de las temperaturas a 2 °C en relación a la era preindustrial, deberíamos reducir las emisiones de gases de efecto invernadero entre un 40 y un 70 por ciento en 2050 en comparación con las emisiones de 2010. El *IPCC* advierte que si no ponemos en marcha políticas adicionales de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, el aumento medio de la temperatura oscilará entre los 3, 7 y los 4,8 °C, con las consecuencias que ello podría ocasionar⁸¹.

El primer período de compromiso del Protocolo de Kioto ha sido sucedido por un segundo período de compromiso que finalizará en 2020 y cuya entrada en vigor depende de la ratificación de la Enmienda de Doha⁸² por tres cuartas partes de aquellos países que ratificaron el Protocolo de Kioto. En 2020 previsiblemente entrará en vigor un nuevo «protocolo, otro instrumento legal o un acuerdo con fuerza legal bajo la Convención, aplicable a todas las partes, que será completado no más tarde de 2015 y que se adoptará en la vigésima primera Conferencia de las Partes (*COP*) para que sea efectivo y se implemente no más tarde de 2020»⁸³. Ver Tabla 2, en la que se resumen los principales hitos en las negociaciones climáticas a nivel internacional.

Según Scott Barrett⁸⁴, para que un acuerdo ambiental internacional tenga éxito es necesario que haya una amplia participación, que las partes cumplan con los compromisos adquiridos de manera voluntaria y que cambien su comportamiento de manera significativa. Y, sin embargo, los datos nos indican que los acuerdos ambientales internacionales son o bien amplios en cuanto al número de participantes pero poco exigentes, o bien tienen pocos participantes y son más exigentes.

Algunos de los elementos que han dificultado hasta la fecha el cumplimiento de los requisitos mencionados en el ámbito del cambio climático son:

1. *Cuestiones de equidad*. La asimetría inherente al fenómeno del cambio climático implica que los países desarrollados son los causantes históricos del fenómeno debido a la quema de combustibles fósiles desde la Revolución Industrial. Por otro lado, los países en desarrollo son los más afectados por los efectos del cambio climático y argumentan que tienen derecho a desarrollarse emitiendo

⁸¹ IPCC: *Climate Change 2014. Synthesis Report. Summary for Policymakers*, 2014a. Disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf

⁸² http://unfccc.int/kyoto_protocol/doha_amendment/items/7362.php

⁸³ <http://unfccc.int/bodies/body/6645.php>

⁸⁴ BARRETT, Scott. «Rethinking Gobaal Climate Change Governance» in *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 2009, 5, pp.1-12.

Timeline of the international negotiation processes			
1988			IPCC established
1989			
1990			First IPCC Assessment Report (AR1) is published
1991			
1992	Adoption and open for signature		
1993			
1994	Entry into force		
1995		COP1	<i>Berlin Mandate</i> : agreement on willingness to reduce GHGs. Establishment of the Special Group on the Berlin Mandate that will result in the KP. Developing countries are exempted from mitigation commitments.
1996		COP2	<i>Geneva</i> : Anthropogenic CC is acknowledged and non-uniform commitments are accepted.
1997	Agreement	COP3	KYOTO PROTOCOL : First global agreement that limits GHGs (5.2% below 1990 levels).
1998	Open for signature	COP4	<i>Buenos Aires Plan of Action</i> : The rules for the implementation of the KP are negotiated. Developed and developing countries differ in their views regarding acceptable Burden Sharing Agreements (BSA).
1999			COP5
2000	Open for ratification	COP6	<i>The Hague meeting ends without agreement. US withdraws from the KP.</i>
2001		COP6-bis & COP7	<i>Bonn</i> : 'The triumph of multilateralism' meant the world continued negotiating without the US.
2002		COP8	<i>Marrakech Accords</i> : Legal rules for the implementation and interpretation of the KP are adopted. Third IPCC Assessment Report (AR3) is published.
2003		COP9	
2004	Russia ratifies	COP10	
2005		COP11 - MOP1	<i>Montreal Action Plan</i> : The goal was to extend the first commitment period and to commit to greater emission reductions.
2006	Entry into force	COP12 - MOP2	
2007		COP13 - MOP3	<i>Bali Action Plan</i> : Frouth IPCC Assessment Report (AR4) is published. The AR4 is key in the COP13 where governments agree to engage in a new negotiating process that focuses on: shared vision, mitigation, adaptation, technology and financing.
2008	KP First commitment period	COP14 - MOP4	
2009		COP15 - MOP5	<i>Copenhagen Accord</i> : Outside the UNFCCC but establishes key elements for the COP 16 including: limiting temperature increases to 2°C, endorsement by developed and developing countries, new and additional funding commitments, Green Climate Fund & progress on verification.
2010		COP16 - MOP6	<i>Cancun Agreement</i> : Enshrined the Copenhagen Accord within the UNFCCC framework.
2011		COP17 - MOP7	<i>Durban Platform for Enhanced Action</i> : A new process is launched to develop 'a protocol, another legal instrument or an agreed outcome with legal force under the Convention applicable to all Parties' to be negotiated by 2015 and entering into force by 2020. In the interim, the KP will remain in force in its second commitment period.
2012		COP18 - MOP8	<i>Doha Climate Gateway (DCG)</i> : The DCG is responsible for defining the future climate agreement that will replace the KP.
2013	KP Second commitment period	COP19 - MOP9	<i>Warsaw International Mechanism for Loss and Damage</i> . Addresses the loss and damage of climate change in especially vulnerable developing countries. Release of the Fifth IPCC Assessment Report
2014		COP20 - MOP10	<i>Lima Call for Climate Action</i> . Green Climate Fund exceeds 10billion dollars. Developed countries subject to Multilateral Assessment. Calls to include climate change in development and education. Finalising the release of the Fifth IPCC Assessment Report
2015			New Climate Agreement to replace the KP should be agreed on in COP 21, Paris
2016			
2017			
2018			
2019			
2020			Entry into force of the New Climate Agreement that will replace the Kyoto Protocol

Tabla 2. Principales hitos en las negociaciones climáticas internacionales. Fuente: Adaptado de Lázaro Touza y Zoghby (2014), basado en Secretaría de Estado de Cambio Climático (2009).

gases de efecto invernadero igual que lo hicieran los países desarrollados. Lograr un acuerdo entre países que se enfrentan a situaciones muy asimétricas es, en el mejor de los casos, complicado.

2. *Beneficios netos de la acción conjunta.* Hay países que dudan del valor de realizar una transición hacia la descarbonización de sus

economías debido a que la mitigación supone costes a corto plazo y beneficios a largo plazo.

3. *Tempo climático versus tempo político*. Los ciclos políticos cortos y la urgencia de problemas o crisis nacionales relegan a un segundo plano de manera habitual los problemas ambientales y climáticos.
4. *Incertidumbre científica*. A pesar de que el Protocolo de Kioto incluye el precepto de no usar la incertidumbre científica como razón para la inacción (al igual que el Protocolo de Montreal), históricamente ha habido reticencias por parte de distintos actores ante la falta de certidumbre sobre las consecuencias exactas y el horizonte temporal de los impactos del cambio climático.

Así pues, las perspectivas para alcanzar un acuerdo en París que solucione de manera definitiva el problema del cambio climático son, siendo optimistas, limitadas⁸⁵. No obstante, la Conferencia de las Partes (COP en sus siglas inglesas) que se celebrará en París a finales de 2015 invitan a pensar en un futuro acuerdo pos 2020 dinámico en el que la ambición (en cuanto a objetivos) va incrementándose a lo largo del tiempo. Para aumentar dicha ambición se podrían establecer revisiones de los compromisos quinquenales. Este enfoque dinámico además se basa en una aproximación desde abajo hacia arriba (*bottom-up*). Es decir, frente a las decisiones internacionales que se ratificaban a nivel nacional (enfoque *top-down*), que han caracterizado las negociaciones climáticas hasta la COP15 de Copenhague, se va abriendo camino el enfoque *bottom-up* a través de mecanismos como las contribuciones nacionales [*Intended Nationally Determined Contributions (INDCs)*] que los países anuncian atendiendo a sus circunstancias⁸⁶.

Se abre en este sentido un interesante debate sobre si con ese enfoque estamos simplemente gestionando el fracaso de las negociaciones internacionales tal y como las conocíamos. Nicholas Stern afirma, sin embargo, que países como Estados Unidos o China no aceptarían imposiciones externas en materia de restricción de emisiones o verificación de las mismas por parte de un organismo internacional⁸⁷. Así pues, quizá sea la

⁸⁵ CAMPINS ERITJA, Mar. «De Kyoto a París: ¿Evolución o involución de las negociaciones internacionales sobre el cambio climático?». *Documento de Opinión*. Instituto Español de Estudios Estratégicos 61/2015, 15 de junio de 2015. Disponible en http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2015/DIEEE061-2015_Kioto_paris_Mar-Campins.pdf

⁸⁶ El camino hacia París sigue avanzando con acuerdos sobre la agenda a desarrollar y el texto de la negociación, según recoge la página oficial del FCCC: <http://newsroom.unfccc.int/es/bienvenida/los-gobiernos-conviene-el-texto-de-negociacion-del-acuerdo-climatico-de-paris/>

⁸⁷ STERN, Nicholas. «Growth, climate and collaboration: towards agreement in Paris 2015», Centre for Climate Change Economics and Policy. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. 2014. Disponible en <http://www.lse.ac.uk/>

aproximación actual, si bien imperfecta, una posible manera de avanzar hacia la descarbonización global⁸⁸.

A modo de conclusión, se podría afirmar que la CMNUCC, con participación cuasi universal, no ha sido capaz hasta la fecha de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero de forma satisfactoria. Una de las consecuencias directas de la falta de resultados es que académicos y decisores se planteen si es hora de centrar los esfuerzos de las negociaciones climáticas en foros minilaterales o «clubs climáticos» al estilo del G-2 o G-7. No parece que dichos foros reducidos o minilaterales (que podrían actuar de forma paralela al proceso multilateral de la CMNUCC) vayan a superar las limitaciones de instituciones multilaterales como la CMNUCC⁸⁹.

No obstante, los clubs climáticos podrían ayudar a mejorar la eficacia en las negociaciones entre las «potencias climáticas», impulsando así las negociaciones multilaterales y apuntalando los cimientos de la CMNUCC, reduciendo los costes de transacción climáticos y limitando los incentivos de los *free-riders*. Aunque la negociación en foros paralelos a la CMNUCC pue-

GranthamInstitute/wp-content/uploads/2014/12/Growth_Climate_and_Collaboration_Stern_2014.pdf

⁸⁸ Las limitaciones de espacio impiden desarrollar el análisis relativo a las negociaciones climáticas internacionales en toda su extensión. Es necesario, no obstante, reseñar que además del aspecto de la mitigación mencionado con anterioridad, va ganando peso en las negociaciones la «adaptación» a las consecuencias inevitables de cambio climático. La «financiación» de las actividades de mitigación y adaptación (principalmente) desde los países desarrollados a los países en desarrollo a través del Fondo Verde para el Clima (*Green Climate Fund*) es también un tema de gran interés. Dicho fondo logró contribuciones de más de 10.000 millones de dólares durante la COP20 en Lima en diciembre de 2014. Esta cifra, aun siendo significativa, está lejos de los 100.000 millones de dólares al año comprometidos en Copenhague para que los países en desarrollo luchan contra el cambio climático. http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=31217#_VX_kcWCS5EQ Otro tema de gran interés es la «transferencia tecnológica», aún en un estado incipiente, en parte debido a los problemas derivados de los derechos de propiedad intelectual, y canalizada hasta la fecha en gran medida a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio y al *Global Environmental Facility* (GEF). Para más información vea: LÁZARO TOUZA, L. E., y ZOGHBY, M. «Climate Risks: Theory, Data and the Global Governance of Climate Change», en RODRIGUES, Teresa; GARCÍA PÉREZ, Rafael, y DE SOUSA FERREIRA, Susana (eds.). *Globalization and International Security: An Overview*. Nova Science Publishers, New York, 2014, pp. 95-125. Por último, es interesante resaltar los avances en el Mecanismo Internacional de Varsovia para las pérdidas y los daños relacionados con el cambio climático que pretende ayudar a los países más vulnerables y a los estados insulares a recuperarse de las pérdidas ocasionadas por el cambio climático. <http://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/spa/l15s.pdf>

⁸⁹ FALKNER, Robert. «A Minilateral Solution for Global Climate Change? On Bargaining Efficiency, Club Benefits and International Legitimacy». Centre for Climate Change Economics and Policy. Working Paper n.º 222. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Working Paper n.º 197. 27th of June 2015. Disponible en <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/07/Working-Paper-197-Falkner.pdf>

da interpretarse como una disolución del sistema climático internacional establecido —y en este sentido se pueda ver como una variable más que subyace al cambio institucional que caracteriza a la modernidad líquida—, podría ocurrir que, al otorgar más flexibilidad a las potencias climáticas en foros reducidos, aunque relacionados con la CMNUCC, se fomente una gobernanza climática más efectiva. Parece, por tanto, que la diplomacia climática a futuro será más compleja y líquida, si cabe.

Retos y oportunidades de la transición hacia la descarbonización

Los retos de un futuro acuerdo de París son múltiples. En primer lugar habrá que coordinar la acción de las distintas naciones, en especial de los grandes emisores, para lograr limitar una interferencia peligrosa con el clima en concordancia con el consenso científico existente. Además, será imprescindible monitorizar⁹⁰ el cumplimiento efectivo de los compromisos climáticos adquiridos. La financiación a largo plazo jugará un papel absolutamente esencial. Sin financiación para la mitigación, adaptación, desarrollo tecnológico, transferencia tecnológica y reparación de daños y pérdidas resultantes no atajaremos el problema del cambio climático. Adicionalmente, el problema de los refugiados climáticos no ha figurado de manera significativa en la agenda negociadora previa a la cita de París, aun siendo este un tema de gran importancia. Otra de las tareas clave pendientes es aumentar la concienciación de la población y de los líderes mundiales respecto a la problemática que supone el cambio climático y asegurar que la mayor conciencia se traduce en una transición efectiva hacia una sociedad descarbonizada.

Como a cada reto corresponde una oportunidad, aquellos que sean capaces de asimilar el alcance de los cambios que se avecinan podrán posicionarse mejor para adoptar una configuración resiliente y adelantarse a las nuevas circunstancias. En este sentido, según apunta el informe *The New Climate Economy Report*, hay acciones que pueden ayudarnos a alcanzar hasta el 90 por ciento de las reducciones de gases de efecto invernadero necesarias en 2030 para evitar una interferencia peligrosa con el clima al tiempo que crece la economía. Dichas medidas incluyen: la integración de consideraciones climáticas en los procesos de toma de decisiones económicas, la entrada en vigor de un acuerdo climático vinculante, ambicioso y duradero, la eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles, la eliminación de los incentivos al *urban sprawl*, la internalización del precio del carbono a lo largo de las cadenas de valor, la reducción de los costes de inversión en infraestructuras bajas en car-

⁹⁰ OECD. «National Climate Change Adaptation: Emerging Practices in Monitoring and Evaluation», publicado el 16 de abril de 2015 y disponible en <https://www.oecd.org/publications/national-climate-change-adaptation-9789264229679-en.htm>

bono, la reducción de la deforestación o la reducción de la generación eléctrica procedente del carbón.

En materia de seguridad nacional, las Fuerzas Armadas no pueden ser ajenas a ninguna amenaza que pueda afectar a la Seguridad Nacional. El cambio climático es, como se ha demostrado, un potenciador de un buen número de estas amenazas y un agente transformador de los escenarios en que se desarrollarán los conflictos. Su estudio, por lo tanto, debe ser una prioridad para los ejércitos.

Una muestra del incipiente grado de preocupación de los militares por esta área es la existencia del Centro de Excelencia de la OTAN para la Seguridad Energética (ENSEC CoE)⁹¹, situado en Vilnius, Lituania. En sus publicaciones podemos encontrar estudios para incrementar la eficiencia y autosuficiencia de las instalaciones militares⁹², otros sobre eficiencia y sostenibilidad energética, y soluciones logísticas al suministro energético.

Este último tema también está presente en ejercicios como el *Smart Energy*⁹³, que buscan aportar alternativas innovadoras al grave problema logístico y medioambiental que plantean las operaciones militares de gran envergadura. La dependencia actual de los hidrocarburos para proveer de toda la energía que consume una base como la hispano-italiana de Herat, en Afganistán, no solo supone un coste económico y ecológico desorbitado, sino que implica una vulnerabilidad en el suministro que sería difícilmente asumible en un conflicto simétrico.

Los nuevos desarrollos armamentísticos apuntan a vectores y armas cuyo consumo de energía será siempre mayor. Casos como el de los portaaviones de la clase *Queen Elizabeth*, donde la generación de propulsión para el sistema de catapultas resulta crítico, o como las armas de energía dirigida o los láseres ilustran la necesidad de encontrar nuevos modelos de producción y almacenamiento energético que proporcionen suficiente autonomía y munición. En este sentido es interesante el análisis y seguimiento de los desarrollos en materia de energía nuclear de baja intensidad (*LENR* en sus siglas en inglés)⁹⁴.

Una mirada al futuro

Para comprender las transformaciones, los retos y las oportunidades que se avecinan es necesario incluir en el análisis aspectos adicionales a los estudiados. En este apartado nos centraremos en las relaciones entre

⁹¹ <http://www.enseccoe.org/en/home.html>

⁹² <http://www.enseccoe.org/download/165/esforum201301.pdf>

⁹³ <http://www.enseccoe.org/en/news/smart-energy-exercise.html>

⁹⁴ <http://www.currentscience.ac.in/php/feat.php?feature=Special%20Section:%20Low%20Energy%20Nuclear%20Reactions&featid=10094>

energía (vector clave en la mitigación del cambio climático), tecnología y medio ambiente.

La introducción del carbón y el vapor supuso probablemente la penúltima gran revolución para la humanidad. De hecho, siguiendo a Rifkin (*op. cit.*), la transformación social no se produce, por ejemplo, con el descubrimiento de la imprenta, sino con su mecanización, cuando a la revolución de las comunicaciones se une la de la energía y la de la logística asociada a su distribución.

No son, por tanto, los cambios tecnológicos por sí solos los que provocan transformaciones, es la convergencia de cambios tecnológicos, energéticos, ambientales y sociales los que las provocan. Es decir, las transformaciones, al igual que muchos otros fenómenos, suelen tener múltiples causas que están interrelacionadas. Estas alineaciones planetarias de acontecimientos disruptivos se han producido en muy contadas ocasiones a lo largo de la historia.

En muchas de las transformaciones sociales, una nueva forma de energía convirtió en obsoletas las formas anteriores aunque, eso sí, sin anularlas completamente. Tenemos que asumir que las viejas formas de producción de energía permanecerán en el futuro, aunque en unos niveles proporcionalmente menores.

En lo referente al motor de la transformación, históricamente podemos comprobar cómo siempre ha habido motivos económicos detrás de la introducción de las nuevas formas de producción y distribución energética. Además, el desarrollo de las nuevas formas de energía va asociado a factores ligados a la existencia de infraestructuras para su producción, almacenamiento y distribución, y a la adecuación de las máquinas a las nuevas fuentes energéticas. Por otro lado, los mercados van a condicionar el desarrollo de nuevas fuentes energéticas y de nuevas tecnologías basándose en su eficiencia y en la amortización de las infraestructuras preexistentes. Además, el desarrollo y evolución de estas nuevas fuentes energéticas dependerán de las inversiones que se realicen en investigación y desarrollo, y cómo se orienten las mismas.

El *mix* energético tendrá que evolucionar en el medio plazo, el ritmo al que lo haga, sin embargo, estará condicionado por los mercados y los intereses geopolíticos. La configuración de un nuevo centro de gravedad energético vendrá determinado por la voluntad de las grandes naciones y por el grado de madurez que hayan alcanzado en el desarrollo de las nuevas fuentes⁹⁵.

⁹⁵ FERRO RODRÍGUEZ, Joaquín. «La anunciada autosuficiencia energética de Estados Unidos y su cambio de intereses geoestratégicos: estudio de claves», Documento de Opinión 148/2014, 24 de diciembre de 2014. http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2014/DIEEE0148-2014_AutosuficienciaEnergeticaEEUU_FerroRguez.pdf

Cabe afirmar que el nuevo centro de gravedad vendrá determinado a medio plazo por la capacidad tecnológica más que por la posesión de unas reservas energéticas que serán de naturaleza prácticamente inagotable. De este modo, y paradójicamente, la independencia energética estará basada en el conocimiento y no en los recursos.

Las técnicas no convencionales de extracción de hidrocarburos y el efecto que han tenido en los precios y en la actitud hacia los patrones de consumo son un ejemplo fehaciente de la influencia de los mercados. Estos han valorado más el potencial productor que su repercusión medioambiental⁹⁶. Con independencia de su probable carácter transitorio, de canto del cisne de la era de los hidrocarburos, su efecto inmediato ha sido la alteración de los equilibrios existentes entre los productores y los consumidores tradicionales. Su mera existencia ha condicionado políticas y precios, y ha distraído la atención respecto de las renovables.

Cabe incluso considerar los cambios geopolíticos y de alianzas en función de la modificación de los intereses energéticos de países cuya producción se vea significativamente alterada por la explotación de recursos no convencionales. La capacidad de los Estados Unidos para autoabastecerse de energía ha hecho correr ríos de tinta y fomentado innumerables debates.

Esta visión cortoplacista de explotación de los recursos y presentación de beneficios en las cuentas de resultados anuales deja de lado las consideraciones medioambientales y cierra los ojos ante las evidencias de la influencia de los factores antropogénicos en el cambio climático que, estimamos, habrán quedado ya suficientemente recogidos en este trabajo. La explotación de nuevos yacimientos y la recuperación de otros con técnicas extractivas no convencionales mejoran las perspectivas a corto plazo, pero modifica el centro de gravedad de la producción. A medio plazo, una mitigación insuficiente seguirá incrementando el cambio climático. En este punto es forzoso recordar que el cambio climático podrá beneficiar a alguna de las partes implicadas y perjudicar a otras, siendo el balance neto negativo a nivel global.

Nótese que se habla de cambios, no de evoluciones, de los conceptos de comunicación y de energía. Un cambio, una alteración en las condiciones sobre las cuales se asienta una forma de relación, es siempre un factor disruptivo de la misma. Las alteraciones en la influencia sobre los seres humanos de estas relaciones prefiguran una sociedad distinta a la existente, al modificarse las bases sobre las que se asienta la misma.

⁹⁶ SÁNCHEZ ARANA, Juan Diego. «La fracturación hidráulica en la Unión Europea: estado de la cuestión». Documento Marco 18/2014, Instituto Español de Estudios Estratégicos, 3 de noviembre de 2014. http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_marco/2014/DIEEEM18-2014_FracturacionHidraulica_SandezArana.pdf

Estas alteraciones requerirán de un nuevo reacomodo. De un modo similar a la tectónica de placas, estamos viviendo el terremoto asociado al reajuste de las condiciones de vida y relación. A partir de la incorporación de estas nuevas formas de relación vía las nuevas tecnologías, y de la incorporación de las formas de producción y distribución energética de la economía colaborativa, como pilar de la transición hacia una economía circular⁹⁷, lo verdaderamente relevante serán los cambios sociales que surgirán del acomodo a la nueva realidad.

Mientras que en el ámbito digital se están modificando los patrones de conducta relacionales y las escalas de valores en cuanto a conceptos como la privacidad, en el ámbito energético, la primera consecuencia de los cambios es la alteración de los patrones climáticos.

Las sociedades de todo el mundo, aquellas directamente más afectadas por los fenómenos meteorológicos y aquellas en las que los efectos se sientan en menor medida, están modificando en menos de una generación muchos de los valores que habían configurado la sociedad occidental durante siglos. Más allá de las medidas de carácter científico y tecnológico que se deban adoptar para controlar o mitigar en su caso las consecuencias de estos cambios, surge la necesidad de establecer un nuevo código de conducta que se adapte a estos nuevos valores y prioridades.

En la geopolítica líquida del siglo XXI, en un mundo en el que las dimensiones físicas van perdiendo relevancia y las temporales acortan los plazos conforme el tempo de los acontecimientos se acelera, no se puede esperar que la regulación de las conductas, que las normas que rigen una convivencia distinta de la clásica, siga haciéndose según los patrones tradicionales.

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar empezó a redactarse treinta y ocho años antes de su implementación tras su ratificación por sesenta estados. Ni el ciberespacio ni el clima serán siquiera parecidos a los actuales dentro de cuatro décadas y, por lo tanto, la humanidad no puede permitirse mantener en funcionamiento las estructuras y procesos del siglo XX durante más tiempo. En cierto modo, el carácter líquido de la geopolítica de los últimos años gana en fluidez con el incremento del tempo de los acontecimientos. Se trata de un salto cualitativo en el ritmo del cambio y, por lo tanto, en una alteración de las condiciones en las que se desarrollaba la vida y la actividad humana.

⁹⁷ WEF. «Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chain». 2014. Disponible en http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf

En el futuro, la búsqueda de la sostenibilidad del sistema económico estará condicionada por la necesidad de que el uso que hacemos del entorno sea también sostenible, que se actúe dentro de los límites planetarios. La transición hacia un paradigma de economía circular requiere una forma distribuida de producción y un consumo ajustado a las necesidades.

En este sentido, una visión optimista del futuro implicaría la materialización de una transición desde el modelo lineal de extracción, consumo y desecho, que presupone la existencia de recursos y capacidad de absorción de residuos ilimitados, a un modelo de economía circular que emula a la naturaleza en la eficiencia en el uso de recursos y que minimiza los residuos.

Desde luego, las cuentas de resultados de las compañías no reflejan el medio ambiente en sus apuntes. De hecho, igual que la seguridad, las consideraciones ecológicas han tenido durante un tiempo un carácter de mal necesario, de pasivo si se quiere. Solo cuando la viabilidad del conjunto del sistema se ha visto amenazada ha empezado a cambiar el modelo energético.

Tanto las grandes empresas energéticas como algunos Estados están marcando el ritmo de la transición en función de la maximización de los beneficios y, siempre, teniendo en cuenta la necesidad de liderar el proceso de transición. Algunos, por ejemplo, están queriendo ver en la generalización del uso de las técnicas no convencionales de extracción de hidrocarburos una forma de exprimir el mercado tradicional en su fase final al tiempo que se dota de capital a las grandes empresas para acometer la introducción de los nuevos sistemas de producción y distribución.

En cualquier caso, sería miope intentar descifrar el alcance de los cambios psicosociológicos que se avecinan interpretando únicamente factores energéticos, comunicativos, sociales o geopolíticos. Estamos ante una alteración profunda de la forma de entender la convivencia y ante un fenómeno que tiene consecuencias e influencias globales. Ya no es posible la simplificación de las ecuaciones, hay que generar visiones holísticas que interrelacionen todos estos aspectos.

El resultado es, probablemente, una sociedad que gana en individualismo. Los consumidores se convierten, al mismo tiempo, en productores (el famoso «prosumidor»), los individuos se ven empoderados por Internet y las redes digitales, las estructuras orgánicas se aplanan y se transforman en redes neuronales.

Pero también es una sociedad que tiende a conceder un valor muy relativo al individuo frente a las necesidades de la comunidad. Las estructuras de poder tienden a desdoblarse en distintos planos, haciendo perder peso a los grupos concretos y ganarlo a la sociedad a nivel global. El individuo, de alguna manera, puede ser más individual y mantener una personalidad más diferenciada de los demás pero siempre dentro de una

norma cada vez más estricta y que, con la aplicación de las técnicas de *Big Data*, se tiene un conocimiento cada vez mayor de los distintos aspectos de la vida de los individuos y se es capaz de regularlos.

Hasta cierto punto, este sería también el resultado de la convergencia de las visiones occidental y oriental de los modelos sociales. El individualismo occidental se encajaría dentro del fuerte sentimiento de pertenencia al grupo oriental. Los individuos de la nueva sociedad se defienden, en primer lugar a sí mismos y, luego, como tribu.

Conclusiones

El medio ambiente es todo aquello que nos rodea y nos condiciona, es el escenario físico donde se desarrolla nuestra actividad como seres vivos. Una parte fundamental del mismo son las condiciones climáticas en tanto que determinan la habitabilidad del planeta para cada especie vegetal o animal y, por lo tanto, la forma final que adquiere el ecosistema en el que vivimos.

De esta Gaia, erigida en sistema vivo autorregulado, surgen, como en la mitología griega clásica, todas las oportunidades y desafíos de la naturaleza. A pesar de la definición clásica de la economía como ciencia que estudia la asignación de los recursos escasos susceptibles de usos alternativos, la visión tradicional de la economía limitaba el análisis relativo a los recursos que podían extraerse de la Tierra, igual que el análisis relativo a la capacidad de la misma para absorber los residuos de la actividad humana.

Los mencionados límites planetarios tienen dos consecuencias derivadas del valor que el medio ambiente tiene como fuente de recursos. En primer lugar, condiciona la actividad económica y productiva humana obligando a buscar nuevos recursos según se agotan los recursos disponibles (o su generación resulta económica o técnicamente inviable). En segundo lugar, es necesaria la introducción de los factores medioambientales en la ecuación productiva para asegurar la sostenibilidad del sistema en su conjunto.

La variabilidad del clima favorece a unas especies al tiempo que perjudica a otras. Su estabilidad en los valores actuales redundaría en el interés de las especies que poblamos el planeta en estos momentos, muy en especial, la humana. Mientras que la variabilidad natural del clima ha permitido una evolución y adaptación de las especies, los cambios antropogénicos se producen a un ritmo que imposibilita la adaptación y fomenta la sustitución de especies.

Aunque los modelos utilizados para la medición del impacto de la acción del hombre en el clima son limitados, el fenómeno del cambio climático y su origen antropogénico han quedado documentados en el texto.

Las principales consecuencias ambientales derivadas del cambio climático a nivel global incluyen: cambios en los patrones de temperatura y precipitaciones, aumento en el nivel del mar, variaciones en los ecosistemas y aumento de los fenómenos meteorológicos extremos. Las cifras concretas sobre los costes del cambio climático son inciertas y se revisarán en el futuro. No obstante, se espera que las pérdidas económicas sean significativas. Actuar para asegurar un futuro con un clima estable parece la estrategia prudente a seguir.

Con todo, uno de los principales fenómenos en que se traducen las variaciones en el clima son las migraciones de origen medioambiental. Aun si definir como tales y muy difíciles de disociar del resto de las causas de los éxodos masivos de población, las migraciones climáticas son cualitativamente distintas a las políticas o económicas. Históricamente, su impacto sobre las sociedades humanas —incluso cuando el origen de la variación era natural— ha sido enorme.

Por otro lado, el cambio climático está ya empezando a afectar a las Fuerzas Armadas. La aparición de nuevas misiones y teatros de operaciones ligados al factor climático, la derivación de inversiones y programas para responder a catástrofes medioambientales dentro y fuera del territorio nacional, y el realineamiento geoestratégico de las potencias en función del nuevo escenario van a ir modelando el futuro de los Ejércitos.

La gobernanza del medio ambiente y su regulación internacional tendrá que adoptar, con toda probabilidad, modelos novedosos en el Derecho Internacional. Ni los tempos ni los modelos empleados en el pasado parecen adaptarse de forma eficiente a un campo tan transversal como el clima.

La geopolítica líquida se desarrolla en un entorno en el que lo único permanente es el cambio. Se trata de un mundo en constante evolución que obliga a una continua adaptación a las nuevas circunstancias. Pocos ámbitos ilustran esta idea de una manera tan evidente como el cambio climático. No es que las condiciones climáticas se hayan mantenido inalteradas hasta ahora a lo largo de la historia, sino que el rápido ritmo de su variación desde la Revolución Industrial afecta a nuestras decisiones en una escala temporal humana. Este tempo acelerado y nuestra mayor capacidad para adquirir y analizar los datos del clima y sus consecuencias están siendo el motor de numerosos cambios sociopolíticos y geoestratégicos en estos primeros años del siglo XXI.

Al hablar de cambio climático, la comunidad científica tiende a poner el énfasis en el clima. La comunidad estratégica lo pone, sin embargo, en el cambio, potenciador de conflictos e inestabilidades. En este sentido, las Fuerzas Armadas tendrán un papel importante que jugar, no ya en la lucha contra el cambio climático, sino principalmente en la gestión del mismo y de sus consecuencias. Ha llegado el momento de trasladar a

los Planes de Operaciones las consideraciones recogidas en las líneas de acción de las estrategias nacionales.

Referencias

- AZQUETA OYARZUN, Diego. *Introducción a la economía ambiental*. Madrid: Mc Graw-Hill, 2002. 448 p. ISBN: 9788448135263.
- BALDWIN, Robert; CAVE, Martin; LODGE, Martin (2012). *Understanding Regulation: Theory, Strategy and Practice*. New York: Oxford University Press, 2012. 548 p. ISBN: 978-0199576098.
- BARRETT, Scott. «Rethinking Global Climate Change Governance» in *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*. 2009. N.º 5, pp.1-12.
- BATEMAN, Ian, et al. *Economic Valuation with Stated Preference techniques. A Manual*. Cheltenham. UK: Edward Elgar. 304 p. ISBN: 978-1840649192.
- BAUMAN, Zygmunt. *Liquid Modernity*. Cambridge: Polity Press. 2000. 240 p. ISBN: 978-0745624105.
- BECK, Ulrich. «Climate for Change, or How to Create a Green Modernity?». *Theory of Culture and Society*. 2010. Vol. 27 (2-3), pp. 254-266.
- BECK, Ulrich. *Risk Society. Towards a New Modernity*. London: SAGE Publications. 1992. 268 p. ISBN: 978-0803983465.
- BERGOGLIO, Jorge (Papa Francisco). «Encíclica Laudato Si». Romana Editorial. 2015. 224 p. ISBN: 9788415980384.
- BOULTON, Chris. A. et al. «Early warning signals of Atlantic Meridional Overturning Circulation collapse in a fully coupled climate model». *Nat. Commun.* 2014. 5:5752 doi: 10.1038/ncomms6752. Disponible en <http://www.nature.com/ncomms/2014/141208/ncomms6752/full/ncomms6752.html>
- BROWN, Donald. «Do US GHG Emissions Commitments pass Ethical Scrutiny?». USA: Widener University. 2015. Disponible en <http://blogs.law.widener.edu/climate/2015/06/16/do-us-ghg-emissions-commitments-pass-ethical-scrutiny/>
- CAMPINS ERITJA, Mar. «De Kyoto a París: ¿Evolución o involución de las negociaciones internacionales sobre el cambio climático?». Documento de Opinión, Instituto Español de Estudios Estratégicos 61/2015. 15 de junio de 2015. Disponible en http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2015/DIEEO61-2015_Kioto_paris_MarCampins.pdf
- Centre for Climate and Security «UK to Integrate Climate Change Into Military Planning». 2014. Disponible en <http://climateandsecurity.org/2014/10/15/uk-to-integrate-climate-change-into-military-planning/>

- Departamento de Seguridad Nacional. «Estrategia Nacional de Seguridad de España, un proyecto compartido». Presidencia del Gobierno, 2013. Disponible en http://www.lamoncloa.gob.es/documents/seguridad_1406connavegacionfinalaccesiblebpdf.pdf
- DIETZ, Simon; STERN, Nicholas; ZENGHELIS, Dimitri. «Reflections on the Stern review (1). A Robust Case for Strong Action to Reduce the Risks of Climate Change». *World Economics*. 2007. 8 (1), pp. 121-168.
- European Commission. «Annex to the communication from the Commission to the European Parliament and the Council: The Paris Protocol - A blueprint for tackling global climate change beyond 2020». 2015. Disponible en http://ec.europa.eu/priorities/energy-union/docs/paris-annex_en.pdf
- European Commission. «Special Eurobarometer 409: Climate Change. Report». 2014a. Disponible en http://ec.europa.eu/health/healthy_environments/docs/ebs_409_en.pdf
- European Commission. «Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe». 2014b. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0398&from=EN>
- European Commission. «A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050». 2011. Disponible en http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5d-b26ecc-ba4e-4de2-ae08-dba649109d18.0002.03/DOC_1&format=PDF
- European Parliament. «U.S. Climate Change Policy. In-depth Analysis for the ENVI Committee». Directorate-General for Internal Policies. Policy department. Economic and Scientific Policy A. 2015. Disponible en http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/536321/IPOL_IDA%282015%29536321_EN.pdf
- FALKNER, Robert. «A Minilateral Solution for Global Climate Change? On Bargaining Efficiency, Club Benefits and International Legitimacy». Centre for Climate Change Economics and Policy. Working Paper No. 222. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Working Paper nº 197. 27th of June 2015. Disponible en <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/07/Working-Paper-197-Falkner.pdf>
- FERRO RODRÍGUEZ, Joaquín. «La anunciada autosuficiencia energética de Estados Unidos y su cambio de intereses geoestratégicos: estudio de claves». Documento de Opinión 148/2014. Disponible en http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2014/DIEEE0148-2014_AutosuficienciaEnergeticaEEUU_FerroRguez.pdf
- FISCHER, Anke, *et al.* «Climate Change? No, Wise Resource Use is the Issue: Social Representations of Energy Climate Change and the Future». *Environmental Policy and Governance*. 2012. 22, pp. 161-176.

- FLOATER, Graham. *Climate Change & Global Economy, Low Carbon Growth: Cities leading the next economy*. London School of Economics and Political Science y Fundación Ramón Areces. Madrid, 6-8 de julio de 2015.
- GAMBHIR, Ajay. *et al.* «India's CO₂ Emissions Pathways to 2050». Grantham Institute for Climate Change. University College London Energy Institute. 2013. Disponible en <http://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/institute-reports-and-analytical-notes/India's-emissions-pathways-to-2050---summary-report.pdf>
- GAMERO RUS, Jesús Marcos. «Las migraciones humanas inducidas por el cambio climático como un fenómeno multicausal: la respuesta desde las políticas sociolaborales y los mecanismos de protección social». Tesis Doctoral. Departamento de Análisis Social. Universidad Carlos III. 2014. Disponible en <http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/19802/Gamero-Rus-JMarcos-tesis.pdf?sequence=1>
- HARRINGTON, Winston; MORGESTERN Richard. D. «Economic incentives vs. Command and Control. What's the best approach for solving environmental problems?» *Resources for the Future*. Winter 2004, pp. 13-17. Disponible en http://www.rff.org/rff/Documents/RFF_Resources_152_economicincentives.pdf
- HOWES, Michael. «Politics and the Environment: Risk and the Role of Government and Industry». London: Earthscan, 2005. 256 p. ISBN: 978-1844072125.
- <http://climateactiontracker.org/countries/india.html>
- <http://climateandsecurity.org/2014/10/15/uk-to-integrate-climate-change-into-military-planning/>
- <http://climateandenergy.wvviews.org/results/>
- <http://climatechange.velaw.com/ChinasNationalPlanforClimateChange2014-2020.aspx>
- <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC>
- http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm
- http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm
- <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008DC0030&from=EN>
- <http://foreignpolicy.com/2015/06/18/a-record-year-in-misery-the-world-has-never-seen-a-refugee-crisis-this-bad/>
- <http://newsroom.unfccc.int/es/bienvenida/los-gobiernos-conviene-el-texto-de-negociacion-del-acuerdo-climatico-de-paris/>
- <http://newsroom.unfccc.int/unfccc-newsroom/kyoto-protocol-10th-anniversary-timely-reminder-climate-agreements-work/>

<http://results.globalwarming.wvviews.org/new2/index.php?cid=blank&gid=blank&ccid=blank&cgid=blank&question=blank&rec=0&lang=573&reclang=0>

<https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=285>

<http://unfccc.int/bodies/body/6645.php>

http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php

http://unfccc.int/kyoto_protocol/doha_amendment/items/7362.php

<http://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/spa/l15s.pdf>

http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf

<http://www.currentscience.ac.in/php/feat.php?feature=Special%20Section:%20Low%20Energy%20Nuclear%20Reactions&featid=10094>

http://www.eia.gov/beta/international/analysis_includes/countries_long/India/india.pdf

<http://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#?cy=1994&start=1980&end=2012&ord=SA&v=T&vo=0&so=0&io=0&vs=INTL.44-1-AFRC-QBTU.A~INTL.44-1-ASOC-QBTU.A~INTL.44-1-CSAM-QBTU.A~INTL.44-1-EURA-QBTU.A~INTL.44-1-EURO-QBTU.A~INTL.44-1-MIDE-QBTU.A~INTL.44-1-NOAM-QBTU.A>

<http://www.iclei.org/details/article/iclei-joins-city-of-paris-in-calling-for-cities-and-local-governments-day-during-cop21.html>

<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=50>

<https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/figure-3-6.html

http://www.iri.edu.ar/revistas/revista_dvd/revistas/R14/R14-ESER.html

<http://missingmigrants.iom.int/en/half-million-migrants-cross-mediterranean-while-almost-3000-die-so-far-2015>

http://www.moef.nic.in/sites/default/files/Pg01-52_2.pdf

<http://www.msnbc.com/morning-joe/millennials-environment-climate-change>

http://www.oscc.gob.es/en/general/salud_cambio_climatico/enfermedades_infecciosas_en.htm

<http://www.theguardian.com/sustainable-business/smart-cities-innovation-energy-sustainable>

<http://www.transicionenergeticaycc.org/web/es/foro/post/Cambio-climatico-y-mujer/>

<http://www.transicionenergeticaycc.org/web/es/foro/post/China-en-transicion/>

- <http://www.transicionenergeticaycc.org/web/es/foro/post/New-York-New-York-cities-and-climate-change/>
- <http://www.transicionenergeticaycc.org/web/es/foro/post/Propositos-para-el-2015-parte-II-factores-que-influyen-en-la-mitigacion-individual-del-cambio-climatico/>
- <http://www.un.org/en/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>
- http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=31217#.VX_kcWCS5EQ
- <http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/3139-e-oan-HCFCspecialissue.pdf>
- <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/image/president27climateactionplan.pdf>
- https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/National_Security_Implications_of_Changing_Climate_Final_051915.pdf
- <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/11/11/us-china-joint-announcement-climate-change>
- <http://www.wri.org/blog/2014/09/un-climate-summit-whats-it-cities-1>
- International Migration Institute. «Global “Megatrends” for Future International Migration». University of Oxford. 2011. Disponible en <http://www.imi.ox.ac.uk/publications?keywords=&year=&group=gmf&author=&type=>
- International Monetary Fund. «Fiscal Monitor - Now is the Time: Fiscal Policies for Sustainable Growth». April 2015, pp. 1-98. Disponible en <http://www.imf.org/external/pubs/ft/fm/2015/01/pdf/fm1501.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2014. Synthesis Report. Summary for Policymakers*. 2014^a. Disponible en https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf
- IPCC. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Chapter 10*. 2014b. Disponible en http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIAR5-Chap10_FGDall.pdf.
- IPCC. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. 2007a. Disponible en http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf
- IPCC. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Edited by S. Solomon and others. Cambridge: Cambridge University Press. 2007b.
- International Energy Agency. *World Energy Outlook 2014*. 2014. Disponible en: <http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2014/>

- International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable Energy Prospects: China. November. pp: 1-104. 2014. Disponible en http://irena.org/remap/IRENA_REmap_China_report_2014.pdf
- JACOBS, Michael. «La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro». Barcelona, ICARIA, FUHEM, 1991. 432 p. ISBN: 9788474262742.
- JORDAN, Andrew; WURZEL, Rüdiger. K. W; ZITO, Anthony. «The Rise of “New” Policy Instruments in Comparative Perspective: Has Governance Eclipsed Government?». *Political Studies*, 2005. 53: 477-496.
- LÁZARO TOUZA, Lara. E.; ZOGHBY, Michel. «Climate Risks: Theory, Data and the Global Governance of Climate Change», en Teresa Rodrigues, Rafael García Pérez y Susana de Sousa Ferreira (eds.). *Globalization and International Security: An Overview*. New York: Nova Science Publishers. 2014, pp. 95-125. ISBN: 978-1-63463-075-7.
- LÁZARO TOUZA, Lara. E. «El papel de la Unión Europea en la gobernanza global en materia climática». Cuadernos Europeos de Deusto. Núm. 45/2011. 2011, pp. 117-148. Disponible en: <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/revistas/revistas45.pdf>
- KOLLENBERG, Sascha; TASCHINI, Luca. «The European Union Emissions Trading System and the market stability reserve: optimal dynamic supply adjustment». Centre for Climate Change Economics and Policy Working, paper n.º 219. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working, paper n.º 195. May 2015. Disponible en <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/05/Working-Paper-195-Kollenberg-and-Taschini.pdf>
- LENTON, Timothy. M. «Tipping elements in the Earth’s climate system». *Proceedings of the National Academy of Sciences*. February 2008. Vol. 105, n.º 6, pp. 1786-1793. Disponible en <http://www.pnas.org/content/105/6/1786.full.pdf>
- LITTLE, Daniel. Understanding Society: Liquid modernity? 3 de mayo de 2014. Disponible en <http://understandingsociety.blogspot.com.es/2014/05/liquid-modernity.html>. Último acceso 22 de mayo de 2015.
- MANKIW, Gregory. *Principios de Economía*. México D.F: Cengage Learning Editores. 2009.
- MENDLER DE SUÁREZ, Janot; SUÁREZ, Pablo; Bachofen, Carina. *Games for a New Climate: Experiencing the Complexity of Future Risks*. Pardee Center Task Force Report. Boston: The Frederick S. Pardee Center for the Study of the Longer-Range Future, Boston University. 2012. ISBN 978-1-936727-06-3. Disponible en <http://www.climatecentre.org/downloads/files/Games/Games-related%20publications/Pardee%20report.pdf>

- Met Office Hadley Centre. *Climate: Observations, projections and impacts. Spain*. Department of Energy and Climate Change. 2011. Disponible en <http://www.metoffice.gov.uk/media/pdf/k/i/Spain.pdf>
- Network of Regional Governments for Sustainable Development. The Cancun Agreements UNFCCC COP 16/. April 2011. Disponible en http://nrg4sd.org/sites/default/files/default/files/content/public/29-climatechange/background/cop16/quick_guide_cancun_agreements__201104291.pdf
- NORDHAUS, W. «Why the Global Warming Skeptics Are Wrong». The New York Review of Books. 22nd of March 2012. Disponible en <http://www.nybooks.com/articles/archives/2012/mar/22/why-global-warming-skeptics-are-wrong/>
- OBER, Kayly. «How the IPCC views migration». University of Bonn. 2014. Disponible en <http://www.geographie.uni-bonn.de/forschung/wissenschaftliche-bereiche/geographische-entwicklungsforschung-1/nachwuchsgruppe-sakdapolrak/transre-fact-sheet-no1.pdf>
- OECD. *National Climate Change Adaptation: Emerging Practices in Monitoring and Evaluation*. Paris: OECD Publishing, 2015. Disponible en <https://www.oecd.org/publications/national-climate-change-adaptation-9789264229679-en.htm>
- OECD. *Cities and Climate Change*. París: OECD Publishing, 2010.
- Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. *Turn Down the Heat. Why a 4 °C Warmer World Must be Avoided*. World Bank. 2012.
- PricewaterhouseCoopers. «The World in 2050: will the shift in global economic power continue?». PwC. 2015. Disponible en <http://www.pwc.com/gx/en/issues/the-economy/assets/world-in-2050-february-2015.pdf>
- RICHARDSON, Katherine; STEFFEN, Will; LIVERMAN, Diana. *Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. 542 p. ISBN: 9780521198363.
- RIVERA, Alicia. «El mar subirá hasta 0,80 metros en España por el cambio climático», Diario *El País*, 24 de septiembre de 2014. Disponible en http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/09/24/actualidad/1411585542_946724.html
- ROCKSTRÖM, Johan, *et al.* «Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity». *Ecology and Society*. 2009. 14 (2): 32. Disponible en <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- ROMÁN ORTEGA, Francisco. *Diccionario de medio ambiente y materias afines*. Madrid: Fundación Confemetal, 1999. 413 p. ISBN: 9788489786714.

- RUIZ DE ELVIRA, Antonio « ¿Por qué afectarán los extremos climáticos más a España que a otras regiones?» *El Mundo*, 3 de mayo de 2015. Disponible en <http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/elporquedelascosas/2015/05/03/por-que-es-espana-especialmente.html>
- SÁNCHEZ ARANA, Juan Diego. «La fracturación hidráulica en la Unión Europea: estado de la cuestión». Documento Marco 18/2014. Instituto Español de Estudios Estratégicos. 3 de noviembre de 2014. http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_marco/2014/DIEEEM18-2014_FracturacionHidraulica_SandezArana.pdf
- Secretaría de Estado de Cambio Climático. «Guía para periodistas sobre cambio climático y negociación internacional». Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009. Disponible en http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/Gu%C3%ADa_periodistas_sobre_CC_tcm7-12466.pdf
- SHEA, Joseph, *et al.* «Modelling glacier change in the Everest region, Nepal Himalaya». *The Cryosphere*, 2015. 9, pp. 1105-1128. doi:10.5194/tc-9-1105-2015.
- STEFFEN, Will; CRUTZEN, Paul J.; MCNEILL, John R. «The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?» *Ambio*. December 2007. Vol. 36, n.º 8, pp. 614-621.
- STERN, Nicholas. «Growth, climate and collaboration: towards agreement in Paris 2015». Centre for Climate Change Economics and Policy. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. 2014. Disponible en http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2014/12/Growth_Climate_and_Collaboration_Stern_2014.pdf
- STERN, Nicholas. «The Structure of Economic Modeling of the Potential Impacts of Climate Change: Grafting Gross Underestimation of Risks onto already Narrow Science Models». *Journal of Economic Literature*, 2013, 51 (3), pp. 838-859.
- STERN, N.; ZHENGELIS, D, y RHODE, P. (2011). «City Solutions to Global Problems», en Ricky Burdett y Deyan Sudjic (Eds.). *Living in the Endless City*. Phaidon. New York. 2011, pp. 342-349.
- The Global Commission on the Economy and Climate. «The New Climate Economy». 2014. Disponible en <http://newclimateeconomy.report/misc/downloads/>
- United Nations. «Population Facts». N.º 2013/2. Septiembre. 2013a. Disponible en http://esa.un.org/unmigration/documents/The_number_of_international_migrants.pdf
- United Nations. «World Population Prospects The 2012 Revision. Key Findings and Advance Tables». 2013b. Disponible en http://esa.un.org/wpp/documentation/pdf/wpp2012_%20key%20findings.pdf

- United Nations Environmental Programme (UNEP). *The Emissions Gap Report 2012. A UNEP synthesis Report*. 2012. Disponible en <http://www.unep.org/pdf/2012gapreport.pdf>
- VON LEHE, A. «Cities, Climate and COPS». *Southeastern Environmental Law Journal*. 2011, pp. 217-228.
- WEITZMAN, M. «On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change». *Review of Economics and Statistics*, 2009. 91 (1), pp. 1-19.
- WEF. «Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chain». 2014. Disponible en http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf
- World Bank. «State and Trends of Carbon Pricing». Washington, DC: World Bank. 2014. Disponible en http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2014/05/27/000456286_20140527095323/Rendered/PDF/882840AR0Carbo040Box-385232B000U0090.pdf

El espacio

Ignacio Azqueta Ortiz

Capítulo Cuarto

Resumen

Todo lo que ocurre en la Tierra afecta directa o indirectamente a nuestro entorno y podemos fácilmente percibir que todos los acontecimientos tienen sus repercusiones posteriores, cualquier acción del hombre, hoy afectará a nuestro futuro. De la misma manera, todo lo que ocurre en el espacio tiene su repercusión en la Tierra.

Estamos viviendo la gestación de grandes proyectos de futuro en el espacio lanzados por las grandes potencias de forma individual. Se está gestando una nueva fase de la «carrera espacial» en la que han entrado a formar parte de ella nuevas potencias económicas.

En este capítulo se analizarán los posibles motivos e intereses en esta nueva «carrera del espacio», y como podrá afectar en el futuro a las relaciones entre las grandes potencias y por ello a todo nuestro entorno.

Abstract

Everything happening on Earth affects our environment either directly or indirectly, and we can easily perceive that all events have forthcoming repercussions, any action performed by man today will affect our future. In the same way all that happens in space has its repercussion on Earth.

We are experiencing the creation of great space projects for the future, initiated individually by the major powers. A new phase of the «space race» is emerging, where the new economic powers are now taking part.

This chapter will analyze the possible reasons and interests in this new «space race» and how it could affect, in the future, the relationships between the great economic powers and therefore our environment.

Palabras claves

Carrera del espacio, espacio aéreo, espacio exterior, espacio profundo, sistema de posicionamiento global, tierras raras, helio 3, leyes aeronáuticas y del espacio.

Key words

Space race, air space, outer space, deep space, global position system, rare earth, helio 3, air space law, space law.

Introducción

Cuando nos preguntamos en qué entorno se desarrolla el hombre y cómo le afectan los cambios y evolución de los mismos, rápidamente pensamos en los fenómenos que ocurren en la superficie terrestre, en los mares y sus profundidades, en el desconocido interior de la Tierra y finalmente, llegado el caso, en el espacio.

¿Y por qué solo es «finalmente, llegado el caso, en el espacio»? Simplemente porque el espacio no es algo tangible para nosotros.

Sentimos la importancia que tiene el agua, somos conscientes de nuestra dependencia de ella y la importancia que tiene para nuestra supervivencia el disponer de la misma. Vamos aprendiendo a valorar y redirigir las acciones que el hombre realiza y que afectan al medio ambiente porque vemos su relación directa con sequías, deforestación, desertización, falta de agua y al final pobreza.

Valoramos el agua y vemos claramente su necesidad, que llega a convertirse incluso en elemento de diferencias políticas en su reparto.

Igualmente podríamos hablar del petróleo. Conocemos la dependencia que de él tiene nuestra sociedad, nos preocupan los acontecimientos políticos y posibles enfrentamientos armados en zona de producción por la posible reducción de suministro o incremento de costes. Es algo tangible y que nos afecta directamente.

Pero es difícil sentir y valorar la importancia de los servicios que desde el espacio recibimos y nuestra dependencia del mismo. Y la transcendencia que puede tener para el futuro todo lo que ocurra en él. No es algo tangible.

Todo lo que ocurre en la Tierra afecta directa o indirectamente a nuestro entorno, y podemos ver que todos los acontecimientos tienen sus repercusiones, cualquier acción del hombre hoy afectará a nuestro futuro.

La energía, el agua, los recursos naturales, los mares, el medio ambiente, la economía mundial, todo tiene una interrelación. Cualquier cambio o acción en alguno de ellos tiene sus efectos sobre los demás.

El tema del espacio ha sido constantemente elemento de sorpresa para la humanidad. Se podrían citar como ejemplo, el primer satélite en órbita, el primer astronauta, el hombre en la Luna, los astronautas reparando el telescopio *Hubble* en el espacio o el aterrizaje de una sonda en un cometa, etcétera. Pero solo se ven como grandes retos tecnológicos lo que el hombre ha conseguido y no se valora correctamente lo que está detrás de todo ello y lo que nos afecta.

La famosa «carrera del espacio», que todos dábamos como algo del pasado con las imágenes de americanos, rusos y europeos compartiendo largas estancias juntos en la estación espacial, los astronautas americanos

utilizando lanzadores espaciales rusos para ir al espacio, etcétera, era el mundo deseado en el que únicamente se desarrollaba investigación.

Pero se nos presentan nuevos y grandes proyectos de conquista, liderados y desarrollados de manera individual por los anteriores actores, y además aparece un nuevo y agresivo actor en el mundo del espacio: la República Popular China, quien sorprende con sus capacidades tecnológicas y manifiesta pública y decididamente sus ambiciosos proyectos de futuro.

La «carrera del espacio» nunca ha terminado y entramos en una nueva fase, tan competitiva como la anterior, que alcanzará nuevas metas que seguramente tendrán una mayor repercusión en temas más tangibles para la humanidad.

Es la geopolítica líquida que también invade el espacio, todo lo que ocurre en la Tierra le afecta, y a partir de ahora será mucho más perceptible que todo lo que suceda en el espacio, o pueda acontecer en el futuro, tendrá importantes repercusiones en nuestro planeta.

Qué es el espacio

Se considera como espacio el «medio físico en el que se sitúan los cuerpos y los movimientos, y que suele caracterizarse como homogéneo, continuo, tridimensional e ilimitado».

Hay quien entiende que el espacio es todo aquello que está sobre nosotros, lo cual es cierto con matices, ya que las leyes que lo definen y determinan la posible soberanía de los Estados sobre este y las reglas de actuación dentro de él, son diferentes dependiendo de la altura con referencia a la Tierra.

Básicamente podemos considerar dos tipos de espacios: el espacio aéreo y el espacio exterior, sin entrar en disquisiciones entre troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera, exosfera, espacio interplanetario y espacio profundo.

Veamos qué se entiende primero por espacio aéreo. Soslayando el problema sobre su caracterización jurídica, sobre la que no hay un total acuerdo doctrinal, el Derecho Internacional vigente, y las leyes internas se han pronunciado por la soberanía de los Estados sobre el espacio aéreo por encima de sus fronteras geográficas y mar territorial. Esta doctrina de soberanía estatal no debe, sin embargo, ser admitida con carácter absoluto, ya que si bien encuentra su razón de ser en los derechos de los Estados a su defensa, ha de ajustarse a las obligaciones que impone la pertenencia a una comunidad internacional que debe facilitar al máximo la comunicación entre los diferentes Estados.

Por encima del espacio aéreo, en altura, tenemos el espacio exterior, que se rige por otras leyes diferentes en la que los Estados carecen

de «soberanía estatal» con referencia a fronteras geográficas y mares territoriales.

Por ello es importante concretar dónde termina el espacio aéreo y donde empieza el espacio exterior. Si bien, la normativa legal del espacio aéreo está bastante bien determinada, no hay total acuerdo en la delimitación entre espacio aéreo y espacio exterior.

Por lo que respecta a esta delimitación entre espacios a la hora de aplicar el Derecho Aeronáutico o el Espacial o Astronáutico, no existe normativa reconocida, y la doctrina que fija el límite del espacio aéreo varía entre 40 kilómetros y el perigeo en órbita eficaz de los vehículos espaciales, que está en torno a los 160 kilómetros.

Actualmente, ante los nuevos retos de aeronaves aeroespaciales que circulan tanto en el espacio aéreo como en el exterior (vuelos suborbitales de investigación o en el futuro comerciales incluyendo turismo), la doctrina más reciente y aplicada por gran parte de los Estados y por la Federación Aeronáutica Internacional ha establecido la línea de Karman¹, que está basada en la resistencia al avance y en los efectos de la gravedad y que la sitúa a unos 100 kilómetros de altura.

El hombre se mueve a diario en el espacio aéreo, ya sea en aviones militares o en los miles de vuelos comerciales que a diario sobrevuelan la Tierra. Pero también está en el espacio exterior, desde el célebre 12 de abril de 1961 en que Yuri Gagarin, primer astronauta en el espacio, dio una órbita completa alrededor de la Tierra hasta nuestros días, son más de 500 los astronautas que han estado en el espacio. Todos ellos, salvo los que fueron a la Luna, han estado en órbitas terrestres de baja altura, normalmente menos de 500 kilómetros. Si tenemos en cuenta que el radio de la Tierra es de 6.371 kilómetros, desde el punto de vista astronómico, los astronautas se han estado moviendo y siguen haciéndolo casi pegados a la Tierra. Salvo, como antes se ha mencionado, los astronautas que fueron a la Luna estuvieron a una distancia de 384.400 kilómetros, que astronómicamente hablando, se considera como espacio exterior muy cercano.

La gran dificultad para ir más allá en vuelos tripulados es la propia naturaleza del ser humano y en ese sentido, finalizados los vuelos del hombre a la Luna, todos los esfuerzos para conocer e investigar el espacio exterior profundo, es decir más allá de la Luna, se fundamentan en vuelos no tripulados. Si bien como reto tecnológico y científico se está trabajando en el establecimiento de una base lunar habitada permanente o temporalmente y de un vuelo tripulado a Marte, siempre seguiremos moviéndonos en el espacio exterior muy cercano. La propia constitución del ser humano le hace incapaz de asumir mayores retos que los de hoy en las

¹ www.encyclopediajuridica.biz14.com

que las grandes distancias, a pesar de las velocidades de los vehículos espaciales, son de una duración que fisiológica y logísticamente el cuerpo humano en la actualidad no puede afrontar.

La carrera del espacio

La carrera del espacio, que tuvo lugar durante la Guerra Fría, fue realmente una carrera armamentística y de propaganda política entre dos grandes bloques.

Es cierto que los retos tecnológicos alcanzados durante esta carrera han tenido su aplicación dual, toda vez que posteriormente han sido trasladados al campo civil y militar, pero inicialmente el objetivo de ambos bloques era claramente militar.

No obstante, la propaganda política tuvo un papel muy importante por ambas partes y fue imprescindible para la aprobación de los ingentes fondos económicos necesarios para llevar a cabo estos logros. En cada meta alcanzada, no solo se estaba demostrando la capacidad de investigación y desarrollo tecnológico del país, sino también la capacidad económica y de bienestar para poder realizar semejantes empresas, nunca se hablaba de la parte que tendría posteriormente su aplicación militar.

En el sentido mediático de los logros alcanzados, sobresale una noticia que fue una auténtica sorpresa y que se difundió rápidamente: «La Unión Soviética había puesto un hombre en órbita terrestre». El 12 de abril de 1961, Yuri Gagarin, a bordo de la nave *Vostok 1*, había dado una vuelta completa a la Tierra volando a 28.000 km/h y había regresado sano y salvo. Era la primera vez en la historia que el ser humano, venciendo la fuerza de la gravedad, abandonaba la superficie de este planeta para salir a la atmósfera y asomarse al espacio exterior.

Desde el punto de vista político y de prestigio nacional fue un gran éxito de la Unión Soviética, y sin lugar a dudas estos motivos fueron decisivos para que el vuelo tuviese lugar. Además, fue un nuevo varapalo para los Estados Unidos pues, por dos veces consecutivas, la Unión Soviética adelantaba claramente a los Estados Unidos en la carrera del espacio.

Esta situación impulsó a la población norteamericana hacia un sentimiento patrio de interés por el espacio y permitió el nacimiento de la NASA, dotándola de los fondos económicos necesarios para afrontar esa carrera.

Desde el punto de vista tecnológico, el vuelo de Yuri Gagarin representó un avance extraordinario. Para pasar del *Sputnik 1*, puesto en órbita tres años y medio antes, al *Vostok 1* hubo que resolver muchos y complicados problemas tecnológicos y médicos para poder alojar y asegurar el vuelo de una persona en su interior.

Pero la carrera del espacio había comenzado mucho antes, en un principio la podríamos considerar como la «carrera del espacio aéreo». La Administración Nacional para la Aeronáutica y el Espacio (NASA) se fundó en octubre de 1958, en el contexto de la Guerra Fría entre la Unión Soviética y los Estados Unidos, como respuesta al lanzamiento del *Sputnik* en octubre de 1957, antes nombrado. Sin embargo, la NASA tuvo una organización predecesora: la NACA, o Comité Asesor Nacional para la Aeronáutica, cuyo origen se remonta a marzo de 1915, hoy hace cien años.

Al igual que la NASA, la NACA también se fundó en respuesta a éxitos ajenos. A pesar de que fue en Estados Unidos donde se consiguió el primer vuelo a motor de la historia gracias a los hermanos Wright en 1903, a principios de la Primera Guerra Mundial, Estados Unidos se situaba claramente por detrás de Europa en materia de tecnología aeronáutica.

La «carrera del espacio aéreo o del espacio» nace realmente con la fundación de la NACA, creada para superar una situación de clara debilidad respecto a los avances tecnológicos en esta materia en Europa, asesorando al presidente en la coordinación de distintas iniciativas y actividades nacionales en materia aeronáutica.

Pero pronto sus tareas pasaron a expandirse, llegando a poseer y administrar sus propios laboratorios y centros de ensayos, llevando a cabo sus propias pruebas de vuelo. Podemos considerar el nacimiento de la NACA como el inicio de la «carrera espacial», pero limitado al espacio aéreo.

Bajo los auspicios de la NACA se fundaron diferentes centros que más tarde pasaron a formar parte de la NASA. La NACA comenzó a construir túneles de viento y a investigar distintos tipos de problemas relacionados con la aviación, dirigidos a mejorar las prestaciones, el rendimiento y la seguridad de las aeronaves.

La misma sensación de inferioridad tecnológica, que no de capacidad industrial, que se tenía a la finalización de la Primera Guerra Mundial respecto a Europa, se tuvo a la conclusión de la Segunda Guerra Mundial.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la NACA empezó a trabajar con las Fuerzas Aéreas y con Bell Aircraft con el objetivo de lograr el primer vuelo que superara la velocidad del sonido (1.225 km/h), algo que se consiguió en 1947 con el avión experimental *X-1*, pilotado por Charles «Chuck» Yeager en la base aérea de Edwards (USA).

Pero el espacio, más allá del aéreo, se veía cada vez más asequible y la NACA también se dedicó al estudio de los problemas que tenían que ver con los vuelos espaciales y, en especial, con aquellos que involucraban atravesar de nuevo la atmósfera para regresar a la Tierra desde el espacio. Se desarrolló la teoría de reentrada de los cuerpos romos, lo

que sentó las bases del diseño de las naves espaciales tripuladas que más tarde adquirirían la forma de cápsulas como *Mercury*, la cual serviría para llevar a los primeros astronautas al espacio.

En situación similar de inferioridad tecnológica aeronáutica sobre Europa terminó la Unión Soviética la Segunda Guerra Mundial, quien puso en marcha grandes centros de investigación aeronáutica y espacial. La carrera del espacio recibía un nuevo impulso.

Con la creación de la NASA en 1958, más de 7.500 empleados de la NACA y sus centros e instalaciones pasaron a formar parte de la nueva Agencia, fue el embrión de la que, en la actualidad, cuenta hoy con 17.400 empleados, con tres grandes centros dependientes de ella y que trabajan directamente para la Agencia: *Goodard Institute for Space Studies*, *JPL*, *Jet Propulsion Laboratory* y *APL*, *Johns Hopkins Applied Physics Laboratory*.

Los responsables e ingenieros de la NACA, origen de la NASA, acabaron siendo los que lideraron el Programa Espacial Norteamericano que, más tarde conseguiría poner en diferentes misiones a un total de doce astronautas sobre la superficie de la Luna.

El acuerdo de 1995 entre los Estados Unidos y Rusia posibilitó que astronautas norteamericanos pasaran largos períodos en la estación rusa MIR, conviviendo con los astronautas rusos. Así, se pudieron realizar proyectos de investigación conjuntos y prepararse para futuras estancias en la Estación Espacial Internacional, ISS. Con ello, se pensó que la carrera espacial había llegado a su fin. Estados Unidos, Rusia, la Unión Europea y también Japón compartían espacio, proyectos y costes económicos.

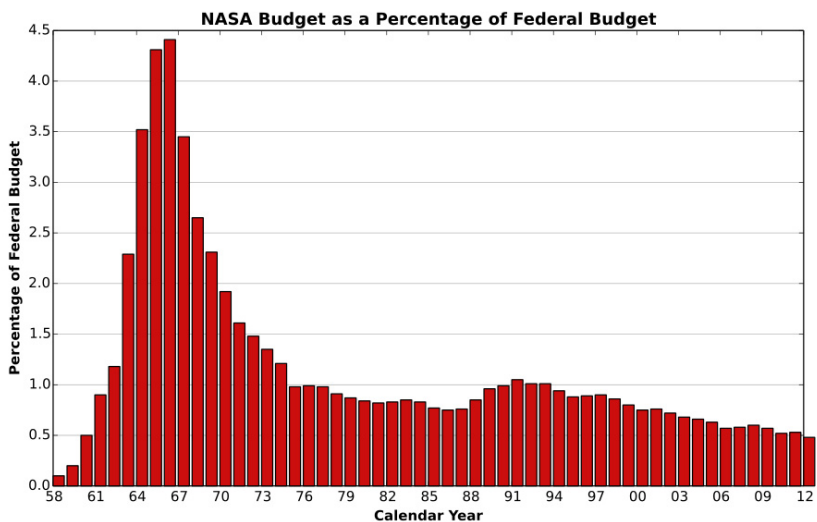


Figura 1. Evolución Presupuestos NASA.

Este estatus, teóricamente no se ha visto afectado por la gran diferencia de posiciones entre Estados Unidos y Rusia en temas tan sensibles como Ucrania, que ha tenido importantes repercusiones en las relaciones militares, políticas y económicas entre ambas potencias, pero no ha tenido su reflejo en el espacio, a día de hoy. No obstante, pudiera marcar un distanciamiento en el futuro cercano.

La NASA con un presupuesto de 18.010 millones de dólares en 2015 y con intención de ir creciendo en el tiempo, su administrador general Charles F. Bolden ha solicitado al Congreso de Estados Unidos un incremento del presupuesto de 500 millones de dólares para 2016, para estar y afrontar una nueva etapa de la carrera del espacio no solo con Rusia, heredera del programa espacial de la Unión Soviética, sino con nuevos e inquietantes competidores como es la República Popular China, con absoluta determinación de estar en el espacio a nivel de gran potencia.

Esta carrera que impulsa aceleradamente el desarrollo tecnológico siempre encuentra su posterior utilización dual, civil y militar, pero que en esta nueva etapa con China, con pretensiones comerciales claras, entra en un nuevo contexto competidor: científico, militar y también económico y comercial.

Qué buscamos en el espacio

Tiene que haber más de un motivo para emplear un ingente esfuerzo en investigación y tecnología, que además requiere de un respaldo económico importantísimo, para estar en el espacio.

La presencia en el espacio por motivos científicos es fácilmente explicable, pero su elevadísimo coste es algo más difícil de justificar. Podemos encontrar alguna otra motivación para estar en el espacio: desde el espacio se tienen grandes capacidades de comunicación y observación, tanto en el campo militar como en el civil, disponer de ellas y sobre todo tener el control es una fuente de poder. El conocimiento de las riquezas en el espacio y su posible explotación futura puede cambiar nuestro posicionamiento como potencia a nivel mundial.

Conocimiento

En el campo de la investigación podemos decir que el espacio nos ha abierto las puertas no solo al conocimiento de la Tierra y los mares, sino a la astrofísica y al conocimiento del universo.

Los avances conseguidos en algunos campos de la ciencia gracias al empleo de vehículos espaciales, han sido realmente espectaculares. Quizás los más llamativos han tenido lugar en el campo de la astronomía. Nuestros conocimientos sobre el sistema solar y el universo en general han avanzado en pocas décadas más que en todos los siglos precedentes.

Pero de igual manera, el disponer de diversos puntos fijos en el espacio de observación nos ha permitido conocer mejor la Tierra y los mares.

Con observatorios situados en órbita terrestre, sin el obstáculo y filtro que supone la atmósfera, se han podido descubrir y estudiar nuevos cuerpos celestes y conceptos, hasta hace poco, desconocidos: estrellas normales, enanas blancas, estrellas de neutrones, supernovas, cuásares, agujeros negros, inmensas nubes de gas y polvo, y galaxias de todo tipo.

Por primera vez en la historia de la humanidad, tenemos al alcance una respuesta a la pregunta que muchas veces nos hemos planteado: ¿es el ser humano el único ser vivo que habita en el universo? A esta pregunta, las conclusiones obtenidas por los telescopios espaciales han revolucionado el conocimiento astronómico, sentando las bases para comenzar a buscar vida fuera de la Tierra.

El telescopio *Hubble*, la mejor herramienta de la que disponemos en este campo y que fue lanzado hace ahora algo más de veinticinco años, abrió una nueva ventana al universo, observando desde el espacio, como nunca antes se había hecho: lejanas galaxias, planetas, asteroides, cometas o el nacimiento y muerte de estrellas. Imágenes que han transformado el conocimiento astronómico.



Figura 2. Foto NASA del *Hubble*.

Situado en órbita a 600 kilómetros de la Tierra, ha sido revolucionario para los científicos porque ha contribuido con sus capacidades a grandes descubrimientos en todas las áreas de la astronomía. Pero, también, ha conseguido cautivar a la gente en su interés por el espacio, al ser el primer telescopio espacial que observaba en el espectro óptico, es decir la luz visible, para nuestros ojos, y el más mediático.

La diferencia entre un telescopio espacial y uno terrestre, es que conseguimos imágenes con mucha más nitidez, hasta diez veces más que las que se obtienen desde tierra. Además, en el espacio no existe el problema de los cielos nublados y sobre todo no hay ese fenómeno que va unido al desarrollo de la humanidad que es la contaminación lumínica.

El *Hubble* se concibió para que durara un mínimo de quince años. La ventaja es que trabaja en una órbita accesible para los transbordadores espaciales, de modo que estaba previsto que a lo largo de los años los astronautas le hicieran visitas para llevar a cabo su mantenimiento y reparaciones, reemplazando, en caso necesario o de obsolescencia, sus instrumentos, como así ha ocurrido no solo para mantenimiento sino para modificar problemas importantes iniciales de diseño.

A lo largo de su vida operativa, los astronautas de la NASA han completado un total de cinco misiones (en 1993, 1997, 1999, 2002 y 2009) para realizar tareas de mantenimiento o colocar nuevos instrumentos. Estas imágenes de los astronautas reparando en el espacio al *Hubble*, impactaron al mundo y sirvieron para volver a generar interés y admiración por la conquista del espacio. Los paseos espaciales o el hombre caminando por la Luna no despertaban mucha admiración.



Figura 3. Foto de los astronautas con el *Hubble*.

La historia de este observatorio ha estado muy ligada a la del transbordador espacial. Por ello, con la baja en servicio de este en 2011 se acabó la posibilidad de poder realizar su mantenimiento y actualización para conseguir ampliar su vida útil. Seguirá en órbita hasta aproximadamente 2020 para que, al menos durante un par de años, trabaje conjuntamente con el telescopio que le sucederá, el *James Webb*.

El *Hubble* nos ha permitido vislumbrar las primeras estrellas del universo, aunque las imágenes que ha tomado son de una calidad limitada. Entre todo lo que ha reportado en conocimientos de astrofísica, sobresale la composición del universo y su edad. «La última estimación con los datos extraídos está en 13.700 millones de años». Pero, como destaca Miguel Mas Hesse, director del Centro de Astrobiología INTA/CSIC, es el descubrimiento de la energía oscura, uno de los hechos más relevantes conseguidos con el *Hubble* y su influencia en la aceleración en la expansión del universo.

Debemos ser conscientes de que un descubrimiento suele plantear nuevas incógnitas, lo que nos hace aumentar el campo de lo que ignoramos, y lo que ignoramos es bastante más de lo que conocemos².

Y en este campo de nuevos descubrimientos científicos y de conocimiento del universo, el nuevo telescopio *James Webb*, cuyo lanzamiento está previsto para 2018, nos va a permitir observar con mucha más nitidez los confines del universo. Es un gran reto a la tecnología con su espejo principal desplegable de 6,5 metros de diámetro, frente a los 2,4 metros del *Hubble*, desarrollado por JPL y Googard para la NASA.

Comunicaciones y navegación

Actualmente, hay en el espacio una gran cantidad de satélites de comunicaciones y de transmisión de datos en tiempo real, algunos militares y la mayor parte civiles comerciales, que proporcionan servicio y cubren las necesidades en este campo a las áreas más pobladas y desarrolladas de la Tierra, o aquellas de intereses estratégico.

Hay otras zonas que por su escasa demografía no quedan cubiertas adecuadamente, salvo en caso de que por interés estatal, lo sean por satélites gubernamentales propios y no comerciales. Salvo estos casos, es muy difícil que empresas comerciales del sector cubran sus necesidades debido al alto coste de un satélite, su lanzamiento, reposición y sistemas terrenos de recepción y control.

Algunas empresas comerciales del mundo de las comunicaciones están desarrollando sistemas alternativos para dar servicio a estas áreas poco pobladas a un coste rentable utilizando aviones remotamente tripulados (RPA,s).

Tal es el caso de *Facebook*, que a través de la adquisición de la empresa ACENTA, fabricante de este tipo de aviones, está desarrollando un avión no tripulado impulsado con energía solar, con una permanencia en el aire de dos meses, a una altura aproximada de 20 kilómetros y capaz de difundir datos vía láser.

² BAUTISTA ARANDA, Manuel . «En las puertas del Espacio».

Nos enfrentamos a unos retos que la sociedad demanda, existiendo empresas que pudieran, en un futuro próximo, satisfacerlos, pero que se encontrarían, en la actualidad, con la dificultad de un vacío legal importante en la legislación del espacio aéreo respecto a la utilización de aviones remotamente tripulados.

La dificultad de legislar la actividad en el espacio aéreo no es algo nuevo. Por ejemplo, la aviación civil se encontró con una gran barrera, la del sonido o lo que supone superar esa velocidad. Barrera solo superada en la aviación comercial civil por el avión *Concorde*, que debido, principalmente a las restricciones de sobrevuelo de zonas pobladas, le hizo económicamente no rentable desde sus inicios.

La aviación civil comercial se encontraba sujeta y limitada a los vuelos subsónicos. En 1960, hace cincuenta y cinco años, entraron en servicio los entonces grandes reactores comerciales transatlánticos, el *Boeing B-707* y el *McDonnell Douglas DC-8*. Desde entonces hasta nuestros días, el vuelo Madrid- Nueva York, por poner un ejemplo fácil de entender, tiene la misma duración, aproximadamente siete horas. Los aviones actuales son muy diferentes a los anteriormente mencionados, pero el tiempo de vuelo entre aeropuertos es el mismo, que no la autonomía.

Las grandes empresas fabricantes de aviones y la propia NASA son conscientes de que la sociedad demanda un avance en este campo, y por ello continúan estudiando y desarrollando nuevos perfiles aerodinámicos que reduzcan el impacto de la onda de choque, al igual que motores que permitan a estas aeronaves volar a alturas mayores para evitar que el llamado «*bang sónico*» llegue a la superficie terrestre.

Estas alturas de operación pueden fácilmente encontrar incompatibilidad entre aviones comerciales de pasajeros a velocidades supersónicas, y los aviones, antes mencionados, tripulados remotamente con velocidad mínima y de larga permanencia, basados en la energía solar y capaces de transmitir datos vía láser.

Sistema global de navegación por satélite

Otro de los servicios que recibimos desde el espacio es el de la navegación satelital, que junto con el de las comunicaciones, permite la operación de las Fuerzas Armadas en cualquier punto del planeta, y aporta la herramienta necesaria para el control del tráfico aéreo, marítimo y terrestre a nivel mundial.

Un sistema global de navegación por satélite (su acrónimo en inglés: *GNSS*), es una constelación de satélites que transmite rangos de señales utilizados para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre, ya sea en tierra, mar o aire. Estos permiten determinar las coordenadas geográficas y la altitud de un punto dado como resultado

de la recepción de señales provenientes de constelaciones de satélites artificiales de la Tierra para fines de navegación, transporte, geodésicos, hidrográficos, agrícolas, y otras actividades afines.

El primer sistema de navegación por satélites fue el *Transit*, un sistema desplegado por el ejército de Estados Unidos en los años 1960. *Transit* se basaba en el efecto *Doppler*.

Los satélites viajaban en trayectorias conocidas y difundían sus señales en una frecuencia conocida. La frecuencia recibida se diferenciaba levemente de la frecuencia difundida debido al movimiento del satélite con respecto al receptor. Monitorizando este cambio de frecuencia a intervalos cortos, el receptor puede determinar su localización a un lado o al otro del satélite; la combinación de varias de estas medidas, unida a un conocimiento exacto de la órbita del satélite, puede fijar una posición concreta.



Figura 4. Satélite.

En paralelo al nacimiento del *Transit*, el John Hopkins University Applied Physics Laboratory (APL)³ desarrolló una pequeña constelación de satélites para la navegación de los buques de la *US Navy* y para el cálculo de posicionamiento con gran precisión de sus submarinos nucleares, así como para el cálculo balístico de lanzamiento de misiles nucleares intercontinentales, con cobertura para sus zonas de interés, denominado sistema *Transit*⁴.

Derivado de estas primeras dos constelaciones de satélites militares y basado en la tecnología utilizada por la Fuerza Aérea en el *NAVSTAR GPS*, nace el *GPS*. El *Global Position System* está formado por una constelación de veinticuatro satélites en órbita sobre la Tierra con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie terrestre.

Al igual que los anteriores, el *GPS* fue desarrollado para su utilización en el ámbito militar, pero posteriormente abierto al ámbito civil. No obstante el *GPS* mantiene, además de la señal de libre acceso para el campo civil, una señal codificada de mayor precisión para las Fuerzas Armadas

³ www.jhuapl.edu

⁴ www.astronautix.com/craft/transit

norteamericanas y para la utilización en algunos sistemas de armas por parte de sus aliados.

Por otra parte, además de posicionamiento, en su uso militar, la navegación por satélite permite alcanzar una precisión que no se había conseguido hasta este momento, en los objetivos de las armas, aumentando su efectividad y reduciendo daños no deseados mediante armamento que se vale de la señal de los *GNSS* que sí producían las armas convencionales. La navegación por satélite también permite que las tropas sean dirigidas y se localicen fácilmente.

En suma, se puede considerar un factor multiplicador de la fuerza con la capacidad de reducir daños colaterales no deseados, un sistema de navegación por satélite es un factor esencial para cualquier potencia militar.



Figura 5. El guiado de precisión hasta el objetivo de misiles y bombas inteligentes es uno de los usos militares de los *GNSS*.

Sin embargo, el sistema de posicionamiento global tiene cantidad de aplicaciones en el ámbito civil. Algunas de ellas son las siguientes:

- Ayudas a la navegación, orientación en dispositivos de mano para senderismo o integrados en automóviles, camiones, barcos, etcétera.
- Sincronización.
- Sistemas de localización para emergencias.
- Seguimiento de los dispositivos usados en la fauna.

En la navegación aérea se utilizan, dentro del concepto de Sistemas Globales de Navegación por Satélites (*GNNS*), implementados por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), los sistemas de posicionamiento, reconociéndose como un elemento clave en los de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia, que apoyan el control del tráfico aéreo (CES/ATA). Los Estados que autorizan operaciones *GNNS* son los responsables de determinar si se satisfacen los requisitos de actuación necesarios para esta actividad (de acuerdo a lo especificado por la OACI) en el espacio aéreo de su competencia y de notificar a los usuarios cuándo dicha actuación no cumple con estos.

Por concepto, el *GNNS* es un sistema mundial de determinación de la posición y la hora, que incluye constelaciones principales de satélites, receptores de aeronave, supervisor de integridad del sistema y sistemas de aumento que mejoran la actuación de las constelaciones centrales.

En síntesis, el *GNNS* es un término general que comprende a todos los sistemas de navegación por satélites, los que ya han sido implementados (*GPS*, *GLONASS*)⁵ y los que están en desarrollo (*Galileo*), proponiendo la utilización de satélites como soporte a la navegación, ofreciendo localización precisa de las aeronaves y cobertura en todo el globo terrestre.

Cuando el sistema *GNNS* esté completamente desarrollado, se prevé que pueda ser utilizado sin requerir ayuda de cualquier otro sistema de navegación convencional, desde el despegue hasta completar un aterrizaje de precisión, en todas las fases de vuelo.

Actualmente, el Sistema de Posicionamiento Global (*GPS*) de los Estados Unidos de América y el Sistema Orbital Mundial de Navegación por Satélite (*GLONASS*) de la Federación Rusa, son los únicos que forman parte del concepto *GNSS*. El Panel de Sistemas de Navegación (*NPS*), el ente de la Organización Internacional de Aviación Civil encargado de actualizar los estándares y prácticas recomendadas del *GNSS*, tiene en su programa de trabajo actual el estudio de la adición del sistema de navegación por satélite *Galileo* desarrollado por la Unión Europea.

Otros sistemas de navegación satelital que podrían ser o no adoptados internacionalmente para la aviación civil como parte del *GNSS* y que están en proceso de desarrollo son: el *Beidou*, *Compass* o *BNTS* (*BeiDou/Compass Navigation Test System*) de la República Popular China, el *QZSS* (*Quasi-Zenith Satellite System*) de Japón y el *IRNSS* (*Indian Regional Navigation Satellite System*) de India.



Figura 6. Sistema de navegación por satélite con carta náutica electrónica de un buque petrolero.

⁵ GLONASS: www.glonass.iac.ru/eu

Igualmente, el GPS es utilizado en la vida cotidiana para navegación terrestre, así como para la navegación y control del tráfico marítimo.

En el campo de la navegación por satélite, Europa necesitaba ser autónoma sin tener que depender de los sistemas americanos o rusos. En consecuencia, la Unión Europea y su Agencia Espacial (ESA) están desarrollando una iniciativa llamada *Galileo*. Se trata de un sistema de radio-navegación por satélite de última generación y de alcance mundial, que brindará un servicio de ubicación en el espacio preciso y garantizado, todo ello bajo control civil.

Galileo comprende una constelación de treinta satélites divididos en tres órbitas circulares, a una altitud de aproximadamente 24.000 kilómetros, que cubren toda la superficie del planeta. Estos estarán apoyados por una red mundial de estaciones terrestres. El 28 de diciembre de 2005 fue lanzado el primer satélite experimental y el 21 de abril de 2011 los dos primeros satélites del programa. Se espera que el sistema esté completamente operativo a partir de 2019 (nueve años más tarde de lo inicialmente previsto). *Galileo* será compatible con la próxima generación de NAVSTAR-GPS. Los receptores podrán combinar las señales de treinta satélites de *Galileo* y veintiocho del GPS, aumentando la precisión de las medidas.

Al igual que Europa, China ha buscado su propia independencia de navegación satelital y ha desarrollado un proyecto llamado *Beidou* (*Beidou* es el nombre chino para la constelación de la Osa Mayor). La primera generación, *BeiDou-1*, ya está operativa desde el año 2000 y es un sistema de posicionamiento por satélite local que da servicio tanto a China, como a sus países vecinos. La segunda generación, también llamada *Compass* o *BeiDou-2*, será un sistema de posicionamiento global con un funcionamiento similar al GPS.



Figura. 7. Área de cobertura de *Beidou*.

A diferencia de los sistemas GPS, *GLONASS* y *Galileo*, que utilizan satélites en órbitas bajas y ofrecen servicio global, *Beidou-1* usa satélites en órbita geoestacionaria. Esto implica que el sistema no requiera una gran constelación de satélites, pero limita su cobertura sobre la Tierra a la zona visible por los satélites.

Las riquezas en el espacio

Si se analiza la posible motivación que mueve a un país a realizar inversiones gigantescas en I+D+i para estar en la carrera espacial, encontraremos que quizá no solamente se lleve a efecto para profundizar en el conocimiento científico y de investigación, para promoción de su desarrollo industrial o, simplemente, para disponer de un sistema de navegación y comunicaciones propio que le dé poder e independencia sobre otros países.

Más allá de lo anterior, el conocimiento del espacio y el uso de satélites de todo tipo, contribuyen a la identificación de los recursos de nuestro planeta que pueden facilitar la supervivencia de la humanidad.

El agua helada

La confirmación de que la Luna tiene depositada en sus polos más de 1.600 millones de toneladas de agua en forma de hielo, con posibilidad de transformarse en propulsante de naves espaciales, y una enorme cantidad de tierras raras ocultas bajo su superficie, podría hacerse de ella una plataforma ideal como base de lanzamiento para alcanzar objetivos más lejanos y convertirse en un área de gran interés para las grandes compañías mineras.

En un artículo de *Physics World*, Richard Corfield⁶, explica con detalle cómo muchas compañías privadas y varias agencias espaciales esperan aprovechar esta ingente cantidad de recursos para justificar la necesidad de la creación en la Luna de una base permanente.

Desde que la NASA terminó su programa *Apolo* hace más de cuarenta años, ningún hombre ha vuelto a pisar nuestro satélite, pero en ese tiempo los vuelos espaciales no tripulados (*LRO*)⁷ han dado pasos de gigante y han conseguido localizar, con sus adelantos tecnológicos, posibles depósitos abundantes de agua helada en los polos norte y sur de la Luna. En análisis efectuados en cráteres lunares, se han detectado un promedio de veintitrés partes por millón de partículas más de hidrógeno que en las laderas orientadas hacia el Ecuador, según afirma Timothy McClanahan, del Centro Espacial de Vuelo Goddard de la NASA.

⁶ www.esciencenews.com/PhysicsWorld

⁷ Lunar Reconnaissance Orbiter. www.lunar.gsfc.nasa.gov



Figura 8. Foto del Cráter Hay, cortesía NASA

Pero lo importante es que, además de agua para beber, dispondremos de los elementos necesarios para poder producir aire para respirar y combustible para cohetes en forma de hidrógeno y oxígeno: «Donde hay hielo, hay combustible», facilitando el retorno a la Tierra y nos abre la puerta a otras empresas espaciales más lejanas partiendo desde la Luna.

Pero si realmente analizamos los costes de I+D+i para establecer una base en la Luna como origen para expediciones más lejanas, tal vez no sea solo el agua en forma sólida lo que necesitemos, sino las tierras raras que podrían proporcionar la independencia de otros países de nuestro entorno en áreas tecnológicas muy sensibles. Son las muestras que Estados Unidos trajo de vuelta a nuestro planeta, en sus nueve visitas a la Luna, las que confirmaron depósitos, según cálculos científicos, en una cantidad increíblemente importante en comparación con lo que disponemos en la Tierra.

Las tierras raras

Las tierras raras (TR) están generalmente ligadas a bienes industriales muy preciados, como es el caso de la electrónica de instrumentos de tecnología LED⁸, superconductores, etcétera.

El nombre de tierras raras, en inglés *REE*, *Rare Earth Elements*, viene por una parte de la denominación que antes se daba a los óxidos, «tierras». El término «raras» proviene de la dificultad que existe para procesarlas, de su utilización y comercialización por la industria y no por su escasa existencia, que no siempre es cierto. Comprende un grupo de elementos químicos de la serie de los lantánidos, integrado en las «tierras raras

⁸ Light-emitting diode.

ligeras» (lantano, cerio, praseodimio, neodimio, prometio y samario) y las «tierras raras pesadas» (europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio tulio, iterbio y lutecio), y se incluyen también el itrio y el escandio.

Tienen multitud de aplicaciones, pero su valor es que sobresale en dos sectores de importancia estratégica máxima: el de la eficiencia energética (LED), y el de la defensa (telémetros láser, sistemas de posicionamiento y comunicaciones, amplificadores de transmisión de datos por fibra óptica). Su importancia, consumo y necesidad aumenta por días.

El gran problema de las tierras raras es su anómala distribución a lo largo del globo terrestre. La casi totalidad de la producción mundial procede de China, siendo su yacimiento más importante el de Bayan Obo, lo que supone en torno a la mitad de la producción de este país.

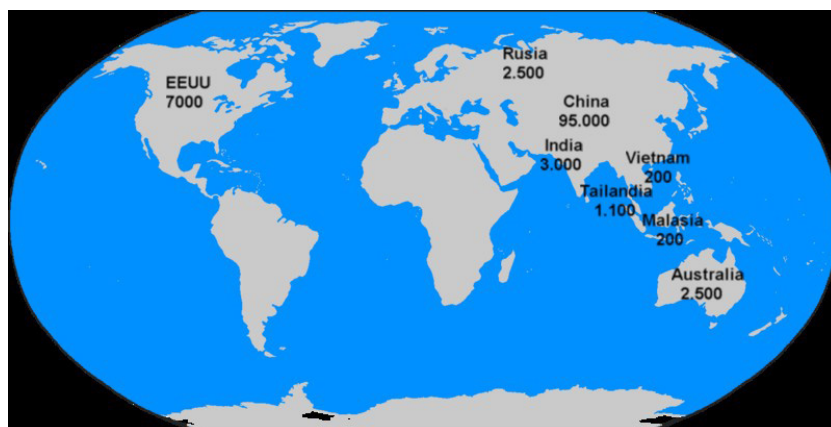


Figura 9. Distribución de la producción de tierras raras por el mundo.

Aunque China solo dispone del 35 por ciento de las reservas mundiales, controla la casi totalidad de la producción mundial con un 97 por ciento, siendo Estados Unidos y Japón, los mayores consumidores y dependientes en sectores estratégicos vitales, tanto civiles como militares, prácticamente en su totalidad de producción china.

Tal es el caso, que hace unos años China, con el argumento de proteger sus recursos, puso una serie de restricciones a sus exportaciones, obligando a varias multinacionales a trasladar allí sus instalaciones de producción. Esto llevó a una denuncia conjunta de un bloque de naciones, lideradas por Estados Unidos, ante la Organización Mundial del Comercio, en marzo de 2012. El propio presidente de Estados Unidos, Barack Obama, manifestó «Las tierras raras son muy importantes para nosotros como para mantenernos al margen» (13.03.2012).

Esta situación de dependencia e incertidumbre, unido a la creciente demanda, ha llevado a la búsqueda de nuevos yacimientos, y podría ser

tranquilizador el conocimiento de que estos se encuentran de manera muy importante en la Luna.

En la posible explotación de los «tierras raras» que se encuentran en nuestro satélite, China es la única, que por ahora, ha manifestado su intención de hacerla realidad. Ha enviado una nave espacial denominada *Yutu*, traducido como «Conejo de Jade», que aterrizó con cierto éxito en la superficie lunar en diciembre de 2013, aunque con posteriores problemas de funcionamiento.

La Agencia Espacial China, tras este éxito, no olvidemos que han transcurrido treinta y siete años sin que una nave terrestre visitase la Luna, ha manifestado su intención de establecer un programa para situar una base lunar con presencia física humana permanente o semipermanente, al igual que en su momento las establecieron diferentes países en el Polo Norte y el Polo Sur.

En la actualidad, China mantiene una situación de casi monopolio sobre algunos de los minerales raros terrestres, que son cada vez más escasos y que resultan de vital importancia para una multitud de dispositivos, desde los teléfonos móviles a los ordenadores y las baterías de los coches. Por eso, no resulta extraño que quiera ampliar sus redes todo lo posible para hacerse y capitalizar las riquezas de nuestro único satélite, la Luna.

Si realmente se analizan los costes de I+D+i para establecer una base en la Luna y llevarla a cabo, tal vez no sea solo el agua, en forma sólida, lo que nos puede proporcionar el camino a expediciones más lejanas como base de aprovisionamiento de combustible y necesidades logísticas, o las tierras raras que podrían proporcionar la no dependencia de otros países que no son de nuestro entorno en áreas tecnológicas tanto militares como civiles muy sensibles. Pero, por encima de todo lo anterior, se encuentra la verificación de la existencia del helio 3, también detectado en las muestras que Estados Unidos trajo de las nueve visitas que hizo a nuestro satélite, y que según cálculos científicos se encontraría depositado en la Luna en una cantidad muy abundante y que en la Tierra es prácticamente inexistente.

Helio 3

El helio 3, es un isótopo estable del helio, que debido a la falta de un neutrón puede ser utilizado para hacer reacciones de fusión para producir energía nuclear limpia.

Lo que hace interesante a este isótopo es su posible utilización en futuras centrales nucleares de fusión, en las que dos o más átomos de elementos ligeros se unen o fusionan para formar otro elemento más pesado generando energía, y que es diferente a la fisión nuclear, en la que se rompen

átomos pesados como el uranio o plutonio, produciendo gran cantidad de residuos radiactivos.

Actualmente, la energía nuclear proporciona el 10,8 por ciento de la electricidad en el mundo, según el *World Nuclear Report Industry Status Report 2014*. Es una forma de obtención de energía que es cuestionada, toda vez que, tras la catástrofe de Fukushima, Japón mantenía el cierre de cuarenta y ocho reactores nucleares.

En consonancia con la rigurosidad que se lleva en todos y cada uno de los procedimientos de construcción, certificación y operación de los vehículos espaciales, la catástrofe de Fukushima ha sido analizada siguiendo como modelo los procedimientos establecidos para la investigación del accidente del *Space Shuttle Challenger* en 1986 de la NASA, en colaboración con JAXA⁹, la agencia japonesa del espacio. Este riguroso análisis ha proporcionado una gran cantidad de lecciones aprendidas que han supuesto, entre otras, la modificación de diseño de elementos vitales de seguridad de la central nuclear, la modificación de los procedimientos de actuación del personal y la organización en caso de incidente o accidente, llegando incluso a la modificación de la estructura de la organización de la empresa y relaciones entre departamentos gubernamentales para que un posible incidente futuro no se convierta, como esta vez, en una catástrofe, que de no haber tenido esos fallos se podría haber evitado o mitigado.

Actualmente tenemos diferentes fuentes energéticas para cubrir nuestras necesidades mundiales, siendo las principales los combustibles fósiles, la energía nuclear y energías renovables.

La primera presenta grandes problemas de contaminación como la lluvia ácida y producción de CO₂ y en relación a las energías renovables, si bien van siendo cada día más eficientes, hoy por hoy no aseguran la continuidad necesaria, ni son capaces de proporcionar la creciente demanda necesaria para las industrias. A la vista de lo anterior, se requiere en todo momento una fuente alternativa y paralela de suministro energético, con el correspondiente coste asociado a este doble sistema de producción de energía.

Las estadísticas nos pueden llevar a pensar que el mundo de la energía nuclear está en declive. A fecha de hoy, con los datos disponibles, podríamos considerarlo cierto. Pero cuando se habla de energías estratégicas de futuro que deben de plantearse a largo plazo y cuya utilización también lo es, no debemos dejarnos influir por la estadística, que es un arte basado en una ciencia exacta llamada matemáticas que da el resultado requerido, sino por las necesidades futuras energéticas y los posibles sistemas para producirlas.

⁹ JAXA: Japan Aerospace Exploration Agency. www.globaljax.org

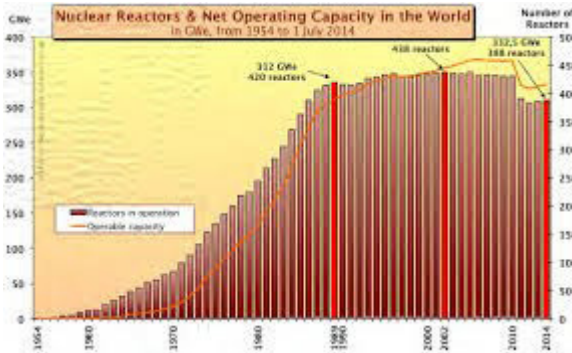


Fig. 10. Reactores Nucleares Operativos en el Mundo IAEA-PRIS, MSC 2014.

Según los últimos cálculos de la Agencia Internacional de la Energía y teniendo en cuenta el objetivo de que para el año 2050 la temperatura global no aumente por encima de 2 °C, será necesario que la energía nuclear suministre al menos el 17 por ciento de la producción mundial, acompañada de un incremento de la producción de energía por sistemas renovables.

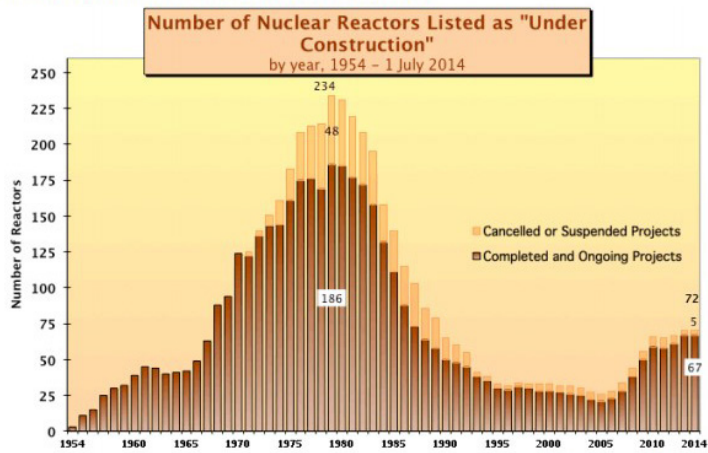
Con los cálculos de consumo para entonces y estudiadas las posibles aportaciones de energías alternativas, se cifran en el doble el número necesario de reactores nucleares de los que se hallan operativos actualmente. Sin olvidar que en estos cálculos no está incluido el consumo de 400 grandes barcos mercantes propulsados por reactores nucleares que deberán ser seguros y no contaminantes.

Country	Units	MWe (net)	Construction Start	Grid Connection
China	28	27,756	2008-2013	2014-2018
Russia	9	7,273	1983-2019	2014-2019
India	6	3,907	2002-2011	2014-2016
South Korea	5	6,320	2008-2013	2014-2018
USA	5	5,633	1972-2013	2015-2019
Belarus	2	2,218	2013-2014	2019-2020
Pakistan	2	630	2011	2016-2017
Slovakia	2	880	1985	2014-2015
UAE	2	2,690	2012-2013	2017-2018
Ukraine	2	1,900	1986-1987	2015-2016
Argentina	1	25	2014	2018
Brazil	1	1,245	2010	2016
Finland	1	1,600	2005	2016
France	1	1,600	2007	2016
Total	67	63,677	1972-2014	2014-2020

Figura 11. Reactores nucleares en construcción.

Actualmente hay 67 reactores nucleares en construcción. Merece la pena analizar los países que los están implantando. Este análisis nos puede llevar a concluir que en el grupo importante de naciones, grandes consumidores de energía y motores industriales, no estamos presentes. Son principalmente los países emergentes los que se han volcado en mayor medida en la dependencia en la energía nuclear.

No debemos de olvidar que un bajo coste energético es fundamental para el desarrollo tecnológico e industrial. Si tenemos una gran dependencia energética de terceros países es muy difícil hacerlo realidad.



Source: IAEA-PRIS, MSC 2014

Figura 12: Reactores nucleares en construcción (2) IAEA-PRIS, MSC, 2014.

Este panorama puede cambiar radicalmente, actualmente se está en el estudio y desarrollo de la IV generación de reactores nucleares. Los existentes se pueden dividir en tres grupos: de I y II generación, con un rendimiento limitado y en ellos se encuentran los que disponemos operativos en España, y los de III y III+ que mejoran el rendimiento, la seguridad y la posibilidad de utilizar como combustible desechos radiactivos de los anteriores.

La generación III+ no es más que una importante mejora de la III. Pero actualmente las grandes empresas fabricantes de reactores nucleares investigan y están desarrollando nuevos posibles modelos que compondrán la IV generación.

Si los estudios son costosos, el desarrollo lo es mucho más y esto financieramente para las grandes empresas constructoras de reactores nucleares no es fácil de soportar si no disponen de un combustible para llevar a cabo una energía nuclear limpia, que en ese caso pudiese ser aceptada por la sociedad por su seguridad y falta o escasez de residuos

radiactivos. Esta nueva generación podría ser en gran medida la fuente para satisfacer las necesidades mundiales de energía para 2050 y más allá.

Una de las posibles vías de acceso a ese combustible limpio es el helio 3. Este gas, ha sido encontrado en la Luna, y se calcula que en la misma existe del orden de un millón de toneladas. Teóricamente, con solo 25 toneladas de este material, carga equivalente a la que llevaba el transbordador espacial, utilizado como combustible en futuros reactores nucleares de IV generación, sería suficiente para abastecer de energía doméstica e industrial a todo Estados Unidos, según afirma el Director del *Fusion Technology Institute (FTI)* de la Universidad de Winsconsin, Gerald Kulcinski¹⁰.

Los estudios técnicos realizados por el Departamento de Programa de Exploración lunar de China, dirigido por Ouyang Ziyuan¹¹, han manifestado que la utilización del helio 3 lunar podría resolver la demanda energética en la Tierra durante 10.000 años. Esta cifra puede estar fuera de la realidad, pero sí que hay una incontestable: la cantidad de combustible limpio que necesitaremos para nuestras centrales nucleares del futuro romperá los argumentos de quienes rechazan la energía nuclear por su potencial peligrosidad y residuos. Y este posible combustible limpio es el helio 3.

Fue el propio científico canadiense Patrick Moore, cofundador de *Greenpeace*, quien en el *Miami Herald*, 30 de enero de 2005, manifestó «La energía nuclear es la única fuente de energía sin efecto invernadero que puede remplazar al combustible fósil y satisfacer la demanda mundial»¹², bien es cierto que desde entonces las energías alternativas han avanzado en eficiencia, pero sus palabras nos proporcionan una clara idea de la aceptación que podría tener una energía nuclear limpia.

Un valor al alcance de nuestra mano en pocos años que, a pesar del increíble coste que puede tener su obtención, es de interés para países y empresas fabricantes de reactores nucleares y suministradoras energéticas. Un recurso que puede crear monopolios y grandes dependencias energéticas mundiales.

Quién puede estar en el espacio

Hasta el momento son nueve los países que han conseguido situar sus propios satélites en órbita con sus propios medios: base de lanzamiento, lanzador, carga de pago, satélite y centro de seguimiento y control.

¹⁰ www.energy.wisc.edu

¹¹ www.china.org.cn

¹² www.greepeace.org/index.php/patrickmoore

Estos han sido: Unión Soviética/Rusia, Estados Unidos, Francia, China, Japón, Reino Unido, India, Israel e Irán. También, lo han intentado Brasil y las dos Coreas.

Para estar en el espacio y ser totalmente autónomo es necesario, como ha sido mencionado anteriormente, disponer de una base de lanzamiento, no siempre posible por motivos geográficos o económicos, un lanzador con capacidad para poner en órbita la carga deseada, el propio satélite, con su carga de pago de acuerdo a su finalidad (de observación radárica, óptica, multiespectral, de comunicaciones en la banda requerida) y un centro de seguimiento y control, que, normalmente, requiere puntos de replicación y *back up*.

Todo ello, tiene asociado la necesidad de que el país disponga de la tecnología necesaria, que requiere muchos años de investigación y que no está disponible comercialmente, de una capacidad económica muy elevada y con continuidad en el tiempo, pues los costes de este complejo número de elementos necesarios es altísimo de manera individual y con unos inicios muy inciertos y, finalmente, tener realmente la necesidad o determinación de disponer de la capacidad de estar de forma autónoma en el espacio.

En el listado de países antes citado faltan muchos países de los grandes económicamente, como podría ser el caso de España. Y faltan, no porque no dispongan de la tecnología para estar, sino fundamentalmente porque no sienten una necesidad de conseguirlo de manera autónoma o por no querer asumir la capacidad y el esfuerzo económico que ello supone.

Para estos países, el esfuerzo económico de forma individual sería desproporcionado a sus necesidades por lo que son compartidas por un grupo, que en el caso de España, como miembro de la Unión Europea, han conformado la *ESA (European Space Agency)*, con reconocimiento ante la ONU, para la firma de acuerdos, responsabilidades y compromisos. A la *ESA* pertenecen veintidós países de la Unión Europea y Canadá como Estado asociado.

España, que pertenece a la *ESA* desde su inicio, tras Francia, Alemania, Italia y Reino Unido, por este orden, es el quinto país en aportación económica a la *ESA* que, junto con las agencias de Estados Unidos y rusas, son las que más aportan al estudio en investigación del espacio presente y futuro.

Las próximas misiones al espacio

El INTA, es el interlocutor con la NASA entre los gobiernos de España y de Estados Unidos. Siendo un socio prioritario para la NASA en el soporte de todas las misiones de exploración del sistema solar.

Desde hace medio siglo, las actividades de la Estación Espacial de Robledo de Chavela han sido claves para el seguimiento, control y recepción de datos de las misiones de NASA en el «espacio profundo».

Esta colaboración se prolongará en el futuro, dado que los acuerdos necesarios para continuar con esta actividad, han sido renovados por ambos Gobiernos y las instalaciones están siendo actualizadas de cara a las próximas misiones de la NASA, donde sobresalen especialmente las futuras misiones tripuladas a Marte que NASA acaricia como su próximo reto de exploración del universo.

La NASA se ha planteado cuatro próximos objetivos en cuanto a investigación espacial:

- Viaje a Marte.
- Estudio de la formación de nuestro sistema solar y desarrollo de la vida en él.
- Posibilidad de vida fuera del sistema solar.
- Y finalmente un proyecto denominado «La Tierra, nuestro planeta, nuestra casa».

De ellos, el más próximo en el tiempo y apasionante, desde el punto de vista de reto tecnológico y humano, es el viaje a Marte.

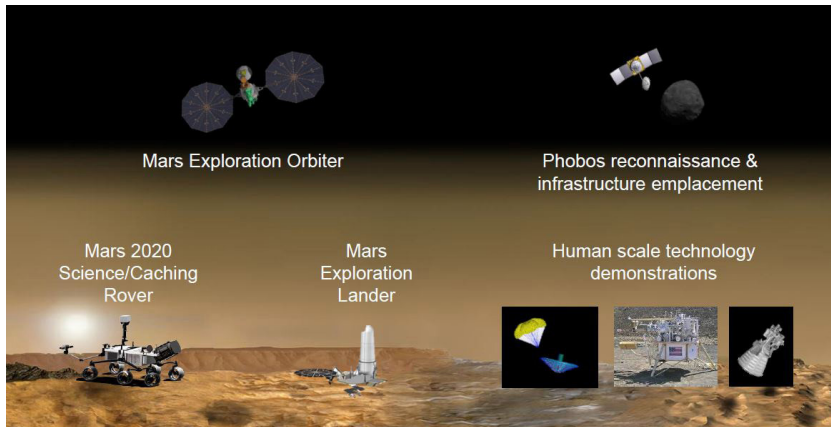


Figura 13. Próximos proyectos NSA.

La NASA lleva preparando el terreno desde hace décadas con misiones robóticas de exploración a Marte. Tanto las misiones con aterrizaje incluido, como *Spirit* en 2004-2010, *Opportunity* desde 2004 o *Curiosity* en 2012 hasta la actualidad, o misiones en órbita del planeta rojo como el *Mars Global Surveyor*, han preparado el necesario conocimiento del terreno, con una cartografía detallada y un conocimiento de la composición del mismo y de su atmósfera sin precedentes e imprescindible a la hora de planificar una misión tripulada.

Algunos retos asociados a este empeño, que deberán acometer las futuras misiones con el horizonte del año 2040, son:

- Continuar con las misiones robóticas para desarrollar aspectos in situ.
- «Rovers» de exploración y recuperación de muestras.
- Nuevos «orbitadores» de exploración y comunicaciones.
- Reconocimiento del satélite *Phobos* y emplazamiento de infraestructuras en él.
- Demostraciones tecnológicas a escala humana (aterrizaje, habitabilidad, retorno a la Tierra, etcétera).
- Resolver algunos retos tecnológicos y humanos claves para el viaje:
 - Problemas asociados a larga duración: aislamiento.
 - Desarrollo de propulsión eléctrica de alta potencia que garantice el viaje de ida y vuelta.
 - Protección contra los efectos de la radiación de alta energía en el espacio abierto (fuera de la órbita de la Tierra).

Desarrollo de nuevos y más poderosos sistemas de comunicación que enlacen las misiones tripuladas con la Tierra: «Internet interplanetario», que incluirán comunicaciones ópticas con infraestructuras en tierra, en órbita terrestre y en órbita marciana para «extender» Internet a Marte.

Sobre las misiones in situ, continuación de las actuales misiones robóticas, el reto es ganar un conocimiento preciso del entorno marciano que permita garantizar el aterrizaje y la estancia en el planeta y desplegar las infraestructuras de observación y comunicaciones de banda ancha, imprescindibles para una misión tripulada de larga duración.

Respecto de las misiones para preparar la tecnología asociada al viaje, el reto es resolver tres aspectos fundamentales:

- Confort de las tripulaciones en viajes de muy larga duración, incluyendo alimentación, infraestructura médica, comunicaciones permanentes con la Tierra.
- Tecnologías asociadas a la protección contra la radiación cósmica.
- Desarrollo de pantallas y sistemas de protección fuera de la órbita terrestre.

Las tecnologías de propulsión actuales resultan prohibitivas o inaccesibles para conseguir poner en órbita un vehículo y transportarlo a Marte con el combustible necesario para garantizar la ida y vuelta. El desarrollo de propulsión eléctrica eficiente resulta «mandatorio».

El enorme esfuerzo requerido para el desarrollo y despliegue de las infraestructuras necesarias exigirá, sin lugar a duda, la utilización de la Luna, en algún momento, como punto intermedio para misiones de demostración y para la consolidación de estas tecnologías.

Plataformas y lanzadores espaciales

En uno de los anteriores puntos, en el que se trataba sobre quién puede estar en el espacio de forma autónoma, se mencionaba que dos de los requisitos necesarios para alcanzar esta meta, eran el de disponer de un lanzador adecuado y una base de lanzamiento.

La ubicación geográfica del país condiciona totalmente la capacidad de disponer o no de una base de lanzamiento adecuada.

Si se busca un centro de lanzamiento óptimo, este debe estar situado lo más próximo al Ecuador para buscar un lanzamiento en dirección al este, lo que supone un incremento adicional a la energía de lanzamiento al aprovechar la rotación máxima de la Tierra.

La mayoría de los países con la tecnología y el interés para estar en el espacio no se encuentran situados próximos al Ecuador, ni con espacios abiertos hacia el este. En los primeros miles de kilómetros del lanzamiento, el cohete lanzador no debería sobrevolar el espacio de un tercer país, y de hacerlo en el suyo propio, debería de ser por zonas muy poco habitadas.

En este sentido, la desmembración de la Unión Soviética llevó a Rusia a la necesidad de buscar una base de lanzamiento próxima al Ecuador para sus cohetes *Soyuz*, localizándose finalmente en la Guayana francesa, Kourou.

Con algunas reticencias iniciales desde Washington por ubicar una base de lanzamiento rusa a tan solo 5.000 kilómetros de la capital federal, se firmó un acuerdo entre Rusia, Francia, *Ariane Space*¹³ y la *ESA*, quienes financiaron la construcción de un macrocentro específico para el lanzamiento del *Soyuz*, a tan solo 12 kilómetros de las instalaciones de *Ariane*, con un coste de 344 millones de euros, de los que la *ESA* financió 233 millones de euros. Como es obvio esto conllevaba una utilización de los lanzadores *Soyuz* en proyectos *ESA* y *ESA/Rusia*.

Para hacerse una idea de la importancia de disponer un centro de lanzamiento próximo al Ecuador, para cierto tipo de lanzamientos, valgan estas cifras aclaratorias: un cohete *Soyuz* lanzado desde Kourou (Guayana francesa) puede poner en órbita 3,1 toneladas; el mismo lanzador desde el centro de Baikonur (Rusia) solo puede poner en órbita 1,8 toneladas.

El resultado del cálculo económico de poner un kilogramo en órbita no es sencillo y, dependiendo de los casos, varía sustancialmente dependiendo principalmente del lanzador, lugar de lanzamiento, compartir carga, etcétera y siempre es increíblemente elevado. Las cifras anteriores de capacidad de lanzamiento con el mismo cohete desde dos diferentes em-

¹³ Ariane Space: www.arianespace.com

plazamientos son un cálculo físico y matemático exacto y que da lógica al acuerdo firmado a cuatro, y principalmente financiado por la ESA, para disponer del *Soyuz* en la Guayana francesa.

Desde octubre de 1957 hasta nuestros días, se han realizado más de 5.300 lanzamientos y de ellos algo más de 360 fracasaron, lo que arroja cerca de un 6,8 por ciento de fallos. Valga decir que estos fracasos se produjeron mayoritariamente en los inicios de los diferentes programas y en fechas muy lejanas a las actuales.

Y estos más de 5.300 lanzamientos han tenido lugar en un 98,3 por ciento desde instalaciones terrestres, un 0,83 por ciento desde instalaciones marítimas, como la plataforma italiana *San Marcos* ubicada en las costas de Formosa, la plataforma *Odyssey (Sea Launch)*, el submarino ruso *K-407 Novomoskovsk*¹⁴ y el fracasado lanzamiento desde el submarino ruso *K-496 Borisoglessk*¹⁵. Además se han realizado lanzamientos desde plataformas aéreas en un 0,87 por ciento con el avión *Lockeed TriSat* utilizando un cohete *Pegasus*, sistema utilizado por el INTA para poner en órbita y con gran éxito su primer satélite MINISAT 1¹⁶.

NOMBRE	PAÍS	UBICACIÓN
Kennedy	EE.U.U.	Cabo Cañaver al (Florida)
Wallops Station	EE.U.U.	Is la Wallops (Virginia)
Vanderberg Air Force Base	EE.U.U.	Point Argüello (California)
Baikonur	U.R.S.S.	Tyuratam (Kazajstán)
Volgrado	U.R.S.S.	Kapustin Yar (entre Volgrado y el Mar Caspio)
Plesetsk	U.R.S.S.	Plesetsk (al Norte de la Rusia Europea)
Centre spatials guyanais	ESA	Kourou (Guayana Francesa)
Centro espacial Kagoshima	Japón	Uchinura (Kyushu)
Tanegashima	Japón	Takasaki (Kyushu) Osaki (Kyushu)
Ch'eng-tu	China	provincia de Szechwan
Sriharikota	China	isla de Sriharikota (Tamil Nadu)
San Marco	Italia	plataforma flotante en la costa de Kenia

Figura 14. principales bases de lanzamiento de satélites.

¹⁴ www.rusnavy.info/nowadays/streght/sudmarines

¹⁵ www.russianships.info/eng/sudmarines

¹⁶ www.inta.es

España tuvo en su momento un proyecto completo para poder ser uno de esos nueve países autónomos antes nombrados. De haberse conseguido, el centro de lanzamiento de la *ESA* podría haberse situado en las islas Canarias, y no al otro lado del Atlántico, en la Guayana francesa.

El INTA desarrolló un proyecto de infraestructura para establecer una base de lanzamiento en la isla de El Hierro, que está aproximadamente a la misma latitud norte que Cabo Kennedy. Un proyecto que contenía todos los elementos anteriormente citados incluidos el lanzador llamado *Capricornio*, un cohete de tres fases, la primera desarrollada y producida en Estados Unidos y la segunda y tercera, en el propio INTA. Asimismo, se adquirió un radar específico para el *tracking* de los lanzamientos.

Como suele ocurrir, no siempre los grandes proyectos de futuro se gestionan en el momento político más oportuno, pero tienen su momento de decisión. En este caso dificultades políticas locales paralizaron un gran proyecto de futuro en el que se había invertido mucho tiempo de estudio, desarrollo y esfuerzo económico.

España podría haber tenido el centro europeo de lanzamiento, cercano al continente europeo y no tan lejano como la Guayana, todo lo que se ha desarrollado en y para Kourou por la *ESA*, se podría haber tenido en nuestro territorio y habría sido un motor importantísimo para el desarrollo de nuestra industria y por su puesto de nuestra economía.



Figura 15. bases de lanzamiento a flote.

Actualmente, una vez abortado el proyecto, aún permanece el conocimiento de nuestras capacidades para llevar adelante ese gran proyecto de futuro. Es, actualmente, el radar que el INTA tenía para el proyecto *Capricornio* en la isla de El Hierro el que realiza el *tracking* de los lanzamientos del cohete satelital europeo “*Vega*”, desde la Guayana francesa, que debido a su alta velocidad de salida al espacio resulta más difícil de confirmar y seguir su posicionamiento.

En el futuro, esta posible necesidad de ubicación geográfica puede ser soslayada con plataformas móviles ubicadas en el mar. Como es el caso de la plataforma marina de lanzamiento de satélites *Sea Launch*. La sociedad *Sea Launch* está participada por Boeing Commercial Space Company (Estados Unidos, 40 por ciento), S.P. Korolev Rocket and Space Corporation Energia (Rusia, 25 por ciento), Kvaerner Maritime a.s. (Noruega, 20 por ciento) y Production Association Yuzhmashzavod, M. K. Yangel Design Bureau Yuzhnoye (Ucrania, 15 por ciento). El sistema está formado por dos barcos, uno similar a una plataforma petrolífera pero semisumergible, desde el que se lanzan los cohetes, y otro de transporte, que ejerce de puesto de control del lanzamiento.

Su base se encuentra en el puerto de Long Beach (California) al igual que las instalaciones en donde se montan los cohetes y sus cargas (satélites) y se almacenan el keroseno y el oxígeno líquido utilizados en los motores de las tres etapas del cohete. La zona de lanzamiento se encuentra en el océano Pacífico, sobre el Ecuador y en un punto situado a una longitud de 154° oeste, cerca de las islas Natividad.

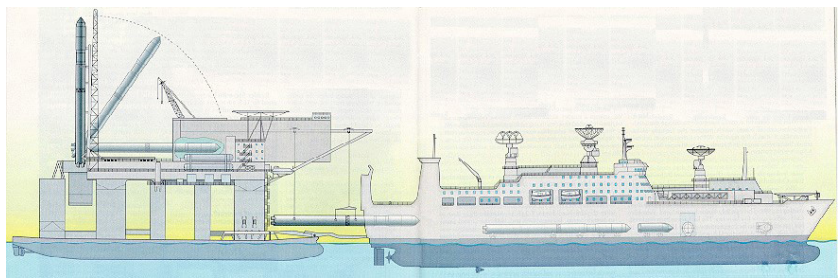


Figura 16. bases de lanzamiento a flote (2).

Esta plataforma de lanzamiento proporciona la posibilidad de que países lejanos al Ecuador puedan realizar sus lanzamientos satelitales en condiciones óptimas, geográficamente hablando. Por el contrario, están supeditadas no solo a la meteorología en el momento del lanzamiento, sino también al estado del mar.

Importancia del espacio para el sector de la industria y la defensa en España

Sin lugar a dudas, la utilización del espacio ha sido un hecho revolucionario y ha conseguido poner en marcha y desarrollar uno de los sectores tecnológicos e industriales más importantes a nivel mundial, y por ello, para España.

El espacio ha revolucionado en pocos años el transporte mundial, las comunicaciones entre los sitios más importantes o más recónditos de la Tierra, la observación de la Tierra y el desarrollo y recepción de los sistemas audiovisuales.

Con esta realidad, se puede pensar en tres grandes ámbitos de actividad que conforman, en la actualidad, el auténtico motor del desarrollo del sector espacial:

- Los satélites como vehículos de transferencia de información desde cualquier punto de la Tierra y en tiempo real. El desarrollo del ámbito espacial ha estado muy ligado y ha proporcionado un impulso decisivo al desarrollo de la sociedad de la información. En este sentido, tenemos la televisión y las radiodifusiones digitales, la telefonía móvil, los multimedia, Internet, los teleservicios, etcétera.
- La alta demanda de sistemas de navegación de precisión y el control del tráfico aéreo, naval y terrestre, ya sea por carretera o ferrocarril, y las necesidades mismas de observación de la Tierra en todos los ámbitos económicos, industriales, energéticos, medioambientales, etcétera, representan un gran potencial de crecimiento y una necesidad real y considerable para el desarrollo y perfeccionamiento de la industria satelital.
- Pero el espacio se ofrece consecuentemente como un medio en el que atender las necesidades de servicio público a escala mundial, entre el que quedan recogidas las que en su momento fueron la razón de su desarrollo, las Fuerzas Armadas, Ministerios de Defensa. Como son todas aquellas orientadas en materia de defensa y seguridad.

Si analizamos el entorno actual en materia de seguridad, este se caracteriza por la necesidad de dar una respuesta rápida, ágil y segura a nuevos retos y amenazas heterogéneas, en escenarios muy diversos y situados a miles de kilómetros de distancia.

El éxito de las operaciones multinacionales, en las que las Fuerzas Armadas españolas se encuentran inmersas como responsables de la seguridad de los ciudadanos españoles y corresponsables, en su caso también, de la seguridad de nuestros aliados en zona de operaciones, descansa cada vez más en la capacidad de observación más allá de la línea de vista y en la transmisión de información en tiempo real. Esta necesidad de comunicación entre unidades desplegadas en zonas de operaciones como

entre estas y los mandos táctico y estratégico, que dirigen las operaciones, hacen necesario disponer de una capacidad satelital que juegue un papel de primera magnitud en la seguridad y la defensa nacional.

Disponer de la capacidad de sistemas de satélites es irrenunciable en el ámbito de la defensa de hoy y requiere de unas características que son verdaderamente claves. Se trata de elementos esenciales para la operatividad de nuestras Fuerzas Armadas al proporcionar servicios de comunicaciones seguras en cualquiera de los escenarios en los que se despliegan nuestros efectivos.

Ello obliga a estar en todo momento en la vanguardia tecnológica, que teniendo en cuenta que evoluciona de manera continua y muy rápida, obliga a una actualización permanente de los sistemas en su conjunto y a tener siempre activados proyectos de I + D, que debido muchas veces a su complejidad y coste, comporta la necesidad de hacerlos realidad en cooperación y colaboración con países aliados y con el apoyo y respaldo de las organizaciones internacionales.

El esfuerzo necesario para mantener a nuestra industria en la vanguardia tecnológica de los sistemas satelitales y que sean capaces de proporcionar las capacidades necesarias, no solo para Defensa sino para otros organismos de la Administración, precisan un fuerte apoyo institucional. Esto significa que es esencial trabajar en un marco de estrecha colaboración entre las diferentes Administraciones nacionales, con el apoyo y compromiso de nuestra industria para mantener y promover el desarrollo tecnológico en el campo satelital.

En este sentido, cabe mencionar el esfuerzo de la Administración para disponer de un sistema propio de observación de la Tierra, reflejado en el PNOTS, Plan Nacional de Observación de la Tierra, en el que nuestra industria se ha visto involucrada en el diseño y desarrollo de dos satélites. Uno radárico, el *PAZ*, que para aumentar su capacidad volará en constelación con el alemán¹⁷, y otro óptico, el *Ingenio*, y el INTA ha sido el encargado del desarrollo, en sus instalaciones, de todo el segmento terreno, desde donde se recibirá la información y se mandarán las órdenes a ambos satélites que serán lanzados en breve. La información recibida de los mismos será de uso comercial, para organismos públicos o para defensa, según el caso.

Las leyes de la aeronáutica y del espacio

No es fácil cifrar cuándo el hombre construyó el primer barco, pero si entendemos como barco un elemento que disponga de flotabilidad, so-

¹⁷ Terrasar-X y Tandem-X alemanes de DLR*.

* DLR: German Aerospace Center: www.dlr.de

lidez y resistencia, cierta estanqueidad, capacidad de carga, estabilidad, gobernabilidad y movilidad, podríamos datarlo en al menos unos 5.000 años aproximadamente, y seguro, que con un importante error en el tiempo. Desde entonces hasta ahora ha sido una pieza clave, a lo largo de los siglos, en el transporte de carga o de pasajeros. En ese espacio dilatado de tiempo ha sido posible desarrollar una legislación marítima internacional que cubre perfectamente casi todos los aspectos del mundo naval y su entorno.

Sin embargo, en el mundo de la aeronáutica, el primer vuelo de un avión por los hermanos Wright, tuvo lugar tan solo hace algo más de ciento veinte años y en el mundo del espacio el primer satélite que se lanzó, el *Sputnik* soviético, lo fue solo hace algo más de sesenta años. Nadie podía esperar un desarrollo tan rápido en estos dos ámbitos y el progreso en algunos aspectos se desarrolló a más velocidad que la legislación que lo debía ordenar.

En este corto espacio de tiempo, el avión que desarrollaron los hermanos Wright poco tiene que ver con los aviones actuales, tripulados o remotamente tripulados y el entorno donde se mueven: altura, velocidad, condiciones climatológicas, radio de acción etcétera. Y lo mismo podríamos decir del primer satélite, el *Sputnik*, con las estaciones espaciales actuales, el hombre en la Luna o los proyectos de futuro.

En ambos casos, tanto en el mundo aeronáutico como en el del espacio, los adelantos tecnológicos han sobrepasado a la legislación que los gobierna. Nadie podría imaginar, no hace muchos años, que tendríamos aviones no tripulados y que sin embargo sigamos sin disponer de una legislación específica, en el ámbito civil, para ellos que refrende y delimite su ámbito de actuación. Mucho menos que el hombre se pudiera plantear la explotación minera en el espacio y que esta se encuentre legislada, aunque con cierta ambigüedad por considerarse algo utópico y que pocos países refrendaron.

Leyes de la aeronáutica

Las leyes y normativas que regulan la utilización segura y eficiente del espacio aéreo están desarrolladas en el seno de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Organismo especializado de las Naciones Unidas que se creó con la firma en Chicago, el 7 de diciembre de 1944, del Convenio sobre Aviación Civil Internacional.

Los noventa y seis artículos del Convenio de Chicago establecen los privilegios y restricciones de todos los Estados firmantes (191 en la actualidad). El Convenio reconoce el principio de que todo Estado tiene soberanía plena y exclusiva en el espacio aéreo sobre su territorio, y establece, que ningún servicio aéreo internacional no programado puede operar so-

bre o dentro de un territorio de un Estado firmante sin su consentimiento previo.

Reconoce la soberanía de los Estados sobre el espacio aéreo, pero no sobre el espacio exterior donde la OACI no es competente. Como hemos apuntado anteriormente, no queda correctamente definido y reconocido por todas las partes la línea divisoria entre ambos espacios que en la actualidad y en un futuro muy próximo en mayor medida, afectarán a los vuelos suborbitales.

La OACI establece normas y métodos recomendados para el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional, y su misión es la de fomentar un sistema de aviación civil global que funcione de manera permanente y uniforme con la máxima eficiencia y en condiciones óptimas de seguridad, protección y sostenibilidad.

Casi todo lo que afecta al uso eficiente y seguro del espacio aéreo está legislado y reconocido internacionalmente. Solo queda un importante resquicio que hasta hace poco no había sido siquiera tratado, pues no se veía la posibilidad o viabilidad de existencia de aviones remotamente tripulados. En la actualidad ya existen, son viables y lo que es más preocupante: están siendo utilizados sin una legalidad que los sustente.

En España, a nivel nacional, para la operación en nuestro espacio aéreo de soberanía, se ha desarrollado toda la normativa necesaria para las aeronaves remotamente tripuladas de defensa o de programas de interés para la defensa.

Esta normativa va en paralelo con normativas OTAN de normalización y de la OACI sobre navegación de aeronaves tripuladas, y abarca tanto los campos de certificación de la aeronave (INTA), como de titulación de los operadores civiles o militares (Ejército del Aire) y normas para la navegación en el espacio aéreo.

En la parte de la aviación civil, la AESA, Agencia Estatal de Seguridad Aérea, ha legislado los diferentes tipos de aeronaves remotamente tripuladas, y de ellas, las que pueden volar en unas condiciones muy restrictivas y las que no lo pueden hacer por carecer de legislación al respecto. AESA está trabajando junto con la EASA, *European Aviation Safety Agency*, a la que pertenecen todos los Estados miembros de la Unión Europea, para la implantación de una legislación que regule en Europa el uso de aviones remotamente tripulados.

Esta legislación de la EASA se está dilatando en el tiempo, por el número de partes que deben reconocerla, y está lastrando el desarrollo industrial aeronáutico europeo en esta materia y al español en particular, que constituimos una de las industrias más pujantes.

Leyes del espacio

Se dispone de cinco Tratados promovidos en el seno de las Naciones Unidas, independientes de los Tratados que rigen el espacio aéreo, y en los que queda bien definida la importancia que tiene este espacio exterior para la humanidad, dándole un carácter científico a las misiones en el espacio y limitando en gran medida su utilización militar.

Estos cinco Tratados son:

- Sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes.
- Acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre.
- Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales.
- Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre.
- Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes.

En el conjunto de todos ellos, que como la mayoría de los Tratados internacionales en el seno de Naciones Unidas, son en parte genéricos en su redacción en aras de buscar el mayor consenso entre el gran número de partes involucradas. Se hace constante énfasis en las perspectivas que ofrece a la humanidad la entrada del hombre en el espacio ultraterrestre y en el interés general de toda la humanidad en el proceso de la exploración y utilización de este espacio con fines pacíficos, para bien de todos los pueblos.

Asimismo, se presentan como un amplio espacio para la Cooperación Internacional en lo que se refiere a los aspectos científicos y jurídicos de la exploración y utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, que contribuirá al desarrollo y al afianzamiento de las relaciones amistosas entre los Estados y pueblos.

A este respecto, conviene mencionar dos de ellos:

El primero es el «Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales». El Estado desde cuyo territorio o instalaciones se lanza un objeto espacial, se considerará como participante en un lanzamiento conjunto.

Este es un Convenio de grandes implicaciones para los Estados y que posiblemente necesite ser revisado y matizado por la entrada en el campo del espacio de actores privados, y de nuevos emplazamientos de lanzamiento al espacio fuera del territorio o aguas de soberanía del Estado lanzador y/o utilizadas por actores no estatales. Hemos visto anterior-

mente las nuevas plataformas de lanzamiento marinas de carácter privado que como está ocurriendo actualmente con las plataformas petrolíferas pueden llevar bandera de conveniencia.

En segundo lugar, cabe subrayar el «Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes». Dirigido a evitar que la Luna se convierta en zona de conflictos internacionales por los beneficios que se pueden derivar de la explotación de los recursos naturales de esta y otros cuerpos celestes.

Al explorar y utilizar la Luna, los Estados partes tomarán medidas para que no se perturbe el actual equilibrio de su medio y podrán establecer en ella estaciones habitadas o no. Las estaciones deberán estar dispuestas de modo que no entorpezcan el libre acceso a otros Estados partes que desarrollan actividades en la misma.

Ni la superficie ni la subsuelo de la Luna, ni ninguna de sus partes o recursos naturales, podrán ser propiedad de ningún Estado, y estos se comprometen a establecer un régimen internacional, incluidos los procedimientos apropiados, que rija la explotación de los recursos naturales del satélite, cuando esa explotación esté a punto de llegar a ser viable.

En este régimen internacional que se ha de establecer deberá figurar la participación equitativa de todos los Estados partes en los beneficios obtenidos de esos recursos, teniéndose especialmente en cuenta los intereses y necesidades de los países en desarrollo, así como los esfuerzos de los países que hayan contribuido directa o indirectamente a la explotación de la Luna.

Como queda claro, este régimen internacional y procedimental, es algo que habrá que abordar ante la, cada día, más cercana posibilidad de su explotación para evitar que se convierta en fuente de conflictos internacionales.

El problema es que este Acuerdo de actividades en la Luna, desarrollado en el seno de las Naciones Unidas, ha sido ratificado solamente por veintiséis países, y en la lista de los países firmantes, no figura ninguno de los más importantes en materia espacio. La falta de un acuerdo internacional previo al establecimiento de una base lunar y la explotación de sus riquezas, bien por un Estado o por empresas privadas, así como la no reconocida obligatoriedad de mantener el medio, puede ser una fuente muy importante de conflicto.

Conclusiones

Como se apuntaba anteriormente, no es fácil sentir y valorar la importancia de los servicios que desde el espacio recibimos y nuestra depen-

dencia de ellos, así como la trascendencia que pueda tener en el futuro todo lo que ocurra en el espacio, dado que no lo sentimos como algo tangible.

«La carrera del espacio», que todos asumíamos como algo del pasado relacionado con la «Guerra Fría», ha estado siempre activa. Continúa y entramos en una nueva fase más competitiva que la anterior, en la que sus nuevos logros tendrán una clara y visible repercusión en nuestro entorno futuro.

Cuando se analiza todo lo que el espacio supone y puede aportar tanto en el ámbito civil como militar en materia de comunicaciones, navegación, control del transporte aéreo, marítimo y terrestre a nivel mundial, observación multispectral de la Tierra y los mares, conocimiento de posibles nuevas fuentes de energía y riquezas en el espacio, etcétera, nos salimos de lo que solo era visto como ambiciosos proyectos de investigación y entramos en la realidad actual. Detrás de la mayoría de los grandes proyectos espaciales también puede haber grandes intereses estratégicos estatales o comerciales.

La geopolítica líquida ha invadido el «espacio». Todo lo que ocurre en la Tierra afecta al espacio, y en el futuro próximo también será tangible que todo lo que ocurre en el espacio tendrá importantes repercusiones en la Tierra.

Es una realidad que todas las grandes potencias están incrementando, de manera individual, sus presupuestos espaciales dirigidos para nuevos y grandes proyectos.

Diariamente, la prensa mundial publica artículos sobre los nuevos retos del espacio, tal y como ocurre en nuestra prensa nacional. Artículos que pueden ir encaminados, a diferencia de los tiempos de la «Guerra Fría», a presentar grandes retos tecnológicos, beneficiosos para la humanidad, como así lo son, y materializar un sentimiento de apoyo que permita la aprobación de los fondos económicos necesarios para llevar a cabo la financiación de estas grandes empresas.

Sin embargo, puede haber más de un motivo para emplear tal ingente esfuerzo en investigación y tecnología que requieren estos grandes proyectos y que además requiere de un respaldo económico importantísimo para estar en el espacio y afrontar los nuevos retos perfilados. Y ese motivo, además del científico, puede ser el industrial, comercial, estatal o privado.

La demostrada presencia de recursos valiosos en el espacio, que cada día son, tecnológicamente hablando, más asequibles y su necesidad en campos estratégicos en la Tierra y para grandes proyectos espaciales, convierten al mismo en un lugar de interés, no solo científico sino industrial y comercial.

El nacimiento como nueva potencia espacial de la República Popular China, con objetivos industriales claramente manifestados, ha hecho relanzar de nuevo la «carrera del espacio». No solo con fines militares en el espacio cercano, como ocurrió en la «Guerra Fría» entre Estados Unidos y la Unión Soviética, sino con fines industriales y comerciales, tanto en el espacio cercano como en el profundo.

No debemos obviar que la posible explotación de la Luna reflejada en un acuerdo en el marco de Naciones Unidas, antes mencionado, en el que se cita la necesidad de desarrollar un régimen internacional y procedimental para esta posible explotación de recursos, solo ha sido ratificado por veintiséis países, y a ninguno de ellos lo podemos considerar como potencia espacial.

Como se ha apuntado, para poder estar en el espacio se necesita: un alto nivel tecnológico en este campo, que requiere años para conseguirlo, una firme decisión, necesidad o interés por estar, y una capacidad económica mantenida en el tiempo para afrontar los elevados costes. Actualmente la República Popular China reúne todos los requisitos y lo ha manifestado abiertamente.

Lo que ocurra en el espacio en el futuro depende de lo que ocurra aquí, en la Tierra, algo difícil de predecir, pero no olvidemos que lo que ocurra en el espacio puede marcar el futuro en la Tierra.

El ciberespacio y el control de las redes

Alberto Calero

Capítulo quinto

Resumen

La complejidad del mundo actual ha crecido de forma acelerada en los últimos quince años. Las tecnologías de la información y comunicaciones están en el origen de esta transformación. Internet móvil, *smartphones*, «servicios en la Nube», «Internet de las cosas», *Big Data*, «redes sociales»... son manifestaciones de esta realidad. Los cambios asociados a esta nueva complejidad son disruptivos. No suponen una simple evolución de los fenómenos vistos en el siglo XX. Las estructuras de poder y de influencia, el concepto de cercanía o lejanía, de fronteras, los tiempos de evolución de los acontecimientos, la duración de los efectos, la vulnerabilidad y resistencia de los sistemas a cambios del entorno, cambian de una forma muy significativa en este contexto. Diversas tecnologías están apareciendo en los últimos años bajo el paraguas de *Big Data Analytics* y «Ciencia de las Redes» que son la llave para entender los mecanismos de esta nueva situación.

Abstract

Complexity in the present world has increased in the last 15 years faster than ever. The information and telecommunications technologies are the source of this transformation. Mobile Internet, smartphones, Cloud Com-

puting, Internet of things, Big Data, Social networks... are examples of this reality. The changes associated to this reality are disruptive. It is not just an evolution of what we have seen in the XX century. The power structures and influence, the concepts of distance, boundaries, the evolution time of the events, the length and duration of the associated effects, the vulnerability and the resilience of the systems to environment changes, are very different in this new context. Several technologies are appearing under the concepts of big data analytics and network science that are key to understand the mechanisms of this new situation.

Palabras clave

Geopolítica, ciberespacio, redes, «Ciencia de las Redes», *Big Data*, computación en la Nube, NSA, ciberseguridad, ciberpoder, reputación en red, ciberguerra, infraestructuras de Internet, redes sociales, visualización de redes, Internet de las cosas, fusión de datos, nueva Guerra Fría.

Key words

Geopolitics, cyber space, networks, network science, Big Data, cloud computing, NSA, cyber security, cyber power, reputation on line, cyber war, internet infrastructures, social networks, network visualization, internet of things, data fusion, new cold war.

Contexto

La década de los 40 del siglo XX supuso uno de los momentos más complejos de transformación de la sociedad humana moderna cristalizando en la Segunda Guerra Mundial. La tecnología nuclear fue clave en la resolución del conflicto, sobre todo teniendo en cuenta que si Alemania hubiese conseguido la bomba atómica antes que Estados Unidos el resultado hubiese sido muy distinto. Esta tecnología cambió definitivamente el balance de poder posterior, dando lugar al concepto de destrucción mutua asegurada con el que hemos vivido prácticamente todos los miembros de la sociedad actual.

La complejidad de nuestro mundo en la segunda década del siglo XXI es equiparable a la de la mitad del siglo XX. El ciberespacio en el que estamos inmersos crea una nueva forma de riqueza y de capacidades que extienden el mundo real más allá de lo conocido tan solo hace veinte años. ¿Existe una tecnología disruptiva con un impacto potencial en este nuevo mundo análogo al de la bomba atómica en el planeta del pasado siglo? ¿En qué consiste? ¿Quién dispone de ella? ¿Pueden ser sus consecuencias potencialmente tan devastadoras? ¿Es su génesis algo tan secreto como lo fue el proyecto Manhattan que gestó la primera bomba atómica? ¿Qué papel juegan las potencias tradicionales y las emergentes?

¿Podría pararse el mundo el día después de usarla? ¿Se está usando ya?

Acompáñenme en este capítulo explorando las claves para comprender el nuevo momento de nuestra civilización.

Resumen ejecutivo

«La comprensión, el uso y aplicación de una nueva generación de tecnologías en el campo de la «Ciencia de las Redes» es clave para comprender, gestionar y anticipar los retos políticos, sociales y económicos del mundo actual».

La complejidad del mundo actual ha crecido de forma acelerada en los últimos quince años. La complejidad de algo depende del número de componentes así como de las relaciones entre ellos.

Las tecnologías de la información y comunicaciones están en el origen de esta transformación. Su evolución ha facilitado el incremento de conexiones y de elementos interconectados (personas, ordenadores, sensores...). Estas tecnologías han facilitado la comunicación entre los diferentes agentes capaces de procesar información, humanos y sintéticos, siendo estas nuevas conexiones las responsables en gran medida de los mayores niveles de complejidad que vivimos. Internet móvil, *smartphones*, «Servicios en la Nube», «Internet de las cosas», *Big Data*, «redes sociales»... son manifestaciones de esta realidad.

Los cambios asociados a esta nueva complejidad son disruptivos. No suponen una simple evolución de los fenómenos vistos en el siglo XX. Se producen discontinuidades y sorpresas no anticipadas con los métodos de análisis tradicionales. Política y socialmente el impacto es muy grande.

Las estructuras de poder y de influencia, el concepto de cercanía o lejanía, de fronteras, los tiempos de evolución de los acontecimientos, la duración de los efectos, la vulnerabilidad y resistencia de los sistemas a cambios del entorno cambian de una forma muy significativa en este contexto.

Detrás de esta complejidad subyacen las redes de relaciones y conexiones entre personas, máquinas, células... y es el estudio de las mismas la llave para entender los mecanismos de esta nueva situación. Diversas tecnologías basadas en ellas están apareciendo en los últimos años bajo el paraguas de *Big Data Analytics* y «Ciencia de las Redes» y están disponibles para su uso práctico como resultado de las investigaciones desarrolladas en los últimos quince años.

Las redes están en el corazón de las tecnologías más revolucionarias que han aparecido en los últimos años de la mano de Google, Facebook, Cisco, Twitter... Las redes y la complejidad que llevan consigo asociada forman parte de la vida actual, de la economía, de las relaciones en nuestra sociedad y son clave para entender el futuro. Es imposible afrontar el estudio de la nueva complejidad sin entender el comportamiento de estas redes. En los últimos años se han producido avances importantes en la comprensión de las mismas, las leyes comunes que tienen y en el desarrollo de tecnologías asociadas para su control, análisis y comprensión.

Es importante recordar que muchas de estas redes clave actuales han evolucionado y evolucionan de una forma natural, no predefinida, por lo que la mayoría de ellas tienen estas leyes genéricas de red.

En este capítulo del libro se describen los aspectos más relevantes de la nueva «Ciencia de las Redes» y *Big Data Analytics*, así como su conexión con herramientas actuales que las organizaciones públicas y privadas están empezando a usar de una forma activa para anticipar e intentar controlar sus destinos en el entorno de gran complejidad en el que estamos inmersos.

Es fundamental para cualquier organización, incluso para los individuos a nivel personal, tener acceso a estas tecnologías que cada vez más son fundamentales para intervenir, influir y anticipar la evolución de los acontecimientos.

El reto de la nueva complejidad se matiza con las nuevas tecnologías disponibles para afrontarla.

La nueva complejidad. El nuevo concepto de frontera

«La complejidad ha adquirido una nueva escala. Las fronteras se identifican en base a un nuevo concepto de distancia. Las fronteras son dinámicas y se entrelazan entre diferentes geografías, sociedades, culturas y organizaciones. Muchos de los acontecimientos inesperados sucedidos en los últimos años obedecen a esta nueva complejidad».

Hay una gran cantidad de fenómenos que han emergido en el mundo actual de una forma súbita e inesperada que reflejan un nuevo nivel de complejidad y relaciones de influencia desconocidos hasta la fecha. La base de los mismos es Internet y las nuevas formas de comunicación que sustenta, así como las infraestructuras de comunicaciones de datos generales y en concreto «La Nube» o *Cloud Computing* que supone la conversión de la tecnología de la información en una *utility* más como es la red eléctrica. Son fenómenos rápidos e inesperados con una difusión amplia y difícilmente predecibles con los métodos de análisis clásicos.

Octubre de 1987. La caída de la bolsa

El 19 de octubre de 1987 cuando Wall Street perdió un 22,6 por ciento en un único día, el recuerdo de la crisis del 29 planeó sobre la mente de la sociedad (Figuras 1 y 2). Diversas razones económicas y de mercado estaban detrás de esta caída, pero la increíble velocidad a la que se produjo sorprendió a todos. Este efecto estaba relacionado de forma directa con una importante actualización tecnológica que se había incorporado recientemente a las plataformas de mercado continuo: la conexión del mercado de contado de Wall Street y el de derivados de Chicago que originó que

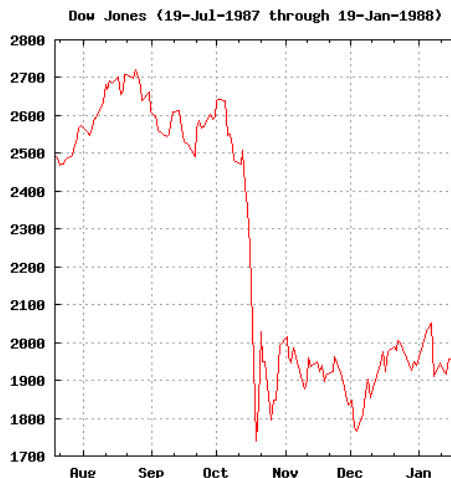


Figura 1. *Black Monday*. Dow Jones. Wikipedia (Lunes Negro, 1987).

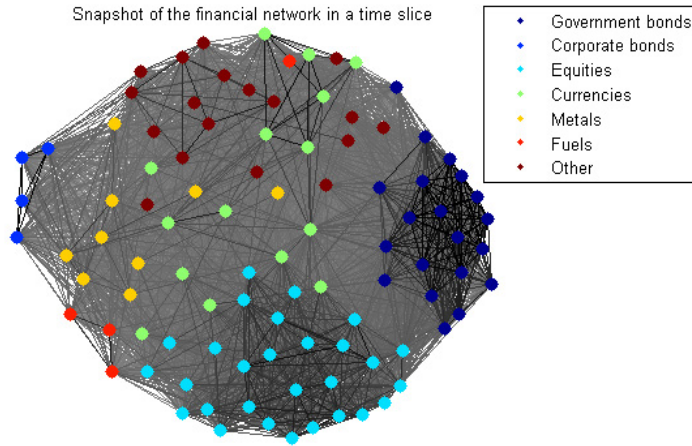


Figura 2. *Financial Network Snapshot*. Networks, Mathematical Institute. Oxford Centre for industrial and Applied mathematics. University of Oxford.

cuando empezaron los descensos los sistemas de ventas saltaron en una reacción en cadena y produjeron una situación de pánico tras una realimentación positiva. «Los programas automáticos de *trading* eran la causa principal». En estos programas, las computadoras realizan las ejecuciones bursátiles en base a las entradas externas, tales como el precio de *securities* relacionados. En una primera aproximación no se pudo anticipar el efecto que tendría el acercamiento de los eventos de mercado que antes de la conexión tenían un comportamiento predecible y con influencias más retardadas en el tiempo. Una conexión simple entre dos redes complejas como eran las dos plataformas mencionadas añadía un nuevo nivel de complejidad no esperado. Era un efecto cascada en este caso de la «red financiera» donde diversos acontecimientos en principio independientes se convertían en cercanos y fuertemente ligados.

Atentados de Madrid del 11M al 14M de 2004

En 2004, cuando se produjeron los trágicos atentados de Madrid en la estación de ferrocarril de Atocha, se produjo uno de los primeros fenómenos de realimentación de información social, antes de que *Twitter*, creado en 2006 apareciese o existiesen otros medios de mensajería instantánea en el móvil como *WhatsApp*, o el mismo *Facebook* que veía la luz en esos años. El vehículo fueron los mensajes cortos (SMS). Entre los días 11 y 14 de marzo de 2004 se produjo un pulso entre el poder político y la reacción espontánea de una parte de los ciudadanos, indignados por cómo el Gobierno gestionaba la información tras los atentados de Madrid. Las redes de intercomunicación por Internet y mensajes SMS que funciona-

ron aquellos días como altavoces de la irritación popular se concretaron en convocatorias y tuvieron repercusiones electorales. La velocidad de difusión, la aparición de sincronías y de grupos, así como la importancia de determinadas relaciones en la red fueron manifestaciones de la misma que en realidad forman parte de las características generales de la mayoría de las redes.

El apagón eléctrico de 2003 en Estados Unidos

Una de las redes más extensa y ubicua en nuestra sociedad es la red eléctrica desarrollada a lo largo del siglo XX. El aumento de la población y de la actividad económica con el aumento correspondiente de la demanda eléctrica ha hecho que esta red de distribución de energía se haya vuelto mucho más compleja de lo que originalmente era. Las interconexiones entre centros de consumo y de generación se han sofisticado de una forma notable. En el apagón de Estados Unidos de 2003, se produjo un efecto cascada que dejó sin luz a todo el noreste de Estados Unidos. La distancia en términos eléctricos entre una ciudad como Chicago con Nueva York era muy pequeña aunque geográficamente estuviesen a miles de kilómetros ya que la configuración de la red eléctrica hacía que ambos centros estuviesen de hecho juntos en su comportamiento y evolución en caso de un problema en la red. La vulnerabilidad debida a una alta interconectividad es otro de los aspectos característicos de las redes en la actualidad. Las redes son tremendamente robustas frente a determinado tipo de incidencias y al mismo tiempo tremendamente frágiles respecto a otros. En estos momentos se puede ya entender el comportamiento de las mismas en ambas situaciones para su planificación y control a través de las nuevas herramientas de análisis de «Ciencia de las Redes» y gran parte del concepto de *Smart Grid* tiene este tipo de tecnologías.

La primavera árabe 2011

Seis años después, el año 2010 vio la consagración de las redes sociales y del papel de la *web* como instrumento de movilización y de difusión de información. 250 millones de usuarios se unieron a *Facebook* en 2010. Al final del año, la red social contaba con 600 millones de miembros. 175 millones de personas utilizaban *Twitter* en septiembre de 2010, es decir, 100 millones más que el año anterior.

En la primavera de 2011 estallaron una serie de revueltas en varios países árabes y provocaron la caída de regímenes que llevaban décadas en el poder, en algunos casos de una forma increíblemente rápida. Las primeras movilizaciones se produjeron en Túnez y pronto se extendieron a Egipto y Libia.

El aislamiento tradicional al que estaban sometidos los países árabes se acaba cuando la globalización tecnológica deja inservibles las fronteras geográficas oficiales. Entonces las relaciones virtuales empezaron a ser algo habitual, al poder contactar con cualquier lugar del mundo sin necesidad de realizar un desplazamiento físico. Internet y las redes sociales transformaron los sistemas de comunicación y generaron un intercambio continuo y masivo de información con el exterior. En este nuevo escenario, los ciudadanos, tenían por primera vez a su alcance unos medios que permitían sortear la censura.

Las continuas llamadas a la revolución a través de la red consiguieron congregarse a miles de ciudadanos en las calles. Las concentraciones multitudinarias en ellas fueron un ejemplo de ese poder de convocatoria. Internet y las redes sociales fueron útiles al inicio de las revueltas y también durante el desarrollo de los conflictos porque permitieron hacer un seguimiento de la evolución de los hechos.

Es importante caer en la cuenta de que la velocidad de difusión de la información y la percepción de la realidad de los miembros de las comunidades que estaban usando las redes sociales seguían una serie de patrones especiales típicos de las redes que no son comprensibles si no se analizan desde una perspectiva diferente a la tradicional. También es de destacar que el concepto de frontera como tal se desvanece cambiando a su vez el concepto en sí de distancia, cercanía o lejanía dando lugar a una nueva geografía/topología en el mundo actual. La Figura 3 muestra en otro ejemplo el aspecto que tienen las conexiones en red relacionadas con conflictos de opiniones. Todas las personas pertenecen a un mismo país y sin embargo las distancias entre los grupos son muy relevantes y perfectamente definidas. Normalmente, en las redes sociales se pueden ver las agrupaciones de las personas soportando los diversos puntos de vista, (tres agrupaciones separadas en la Figura 3), así como los puntos

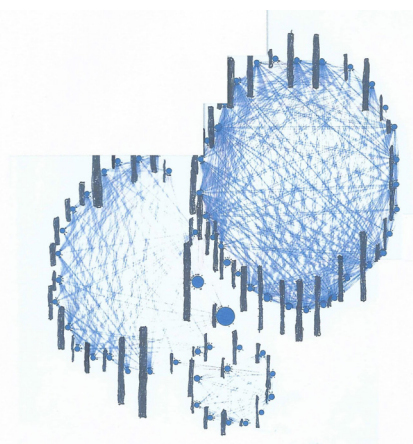


Figura 3. Opiniones enfrentadas en la red. Cortesía: Maven7/A&J Engineering.

de unión entre ambas agrupaciones, ya que suponen el principal elemento de interconexión entre puntos de vista diferentes. Normalmente cada uno de los grupos se realimenta con su propia información, por lo que no evolucionan al carecer de información nueva que venga del exterior. El flujo de cambio de opinión se produce a través de estos puntos de conexión que son normalmente personas que de hecho son vistas como pertenecientes a su grupo desde el punto de vista de cada lado. En este caso real, la existencia de los nodos de conexión intermedios y del clúster pequeño son fundamentales para encontrar un entendimiento entre los dos grupos grandes separados en su opinión.

Mapa de riesgos mundiales

El *World Economic Forum* realiza cada año una evaluación de los diferentes riesgos a los que se enfrenta el mundo en opinión de una serie de expertos mundiales en la materia. Los riesgos se solían identificar de una forma aislada, aunque se era consciente de que la mayoría de ellos estaban relacionados con los demás.

En el año 2012 se hizo un estudio con tecnología de redes para analizar la complejidad añadida al hecho de que muchos de esos riesgos estaban de hecho interconectados entre sí, ofreciéndose una nueva visión para el análisis de los planificadores y políticos. Por primera vez se podría establecer una jerarquía de prioridades para el tratamiento, de tal forma que se identificaban aquellas partes de la red que tenían un impacto mayor en el resto y por lo tanto su control significaría una mayor estabilidad de todo el sistema global. En la Figura 4 se puede ver un esquema de relaciones entre riesgos y en la Figura 5 el subconjunto que si permanece

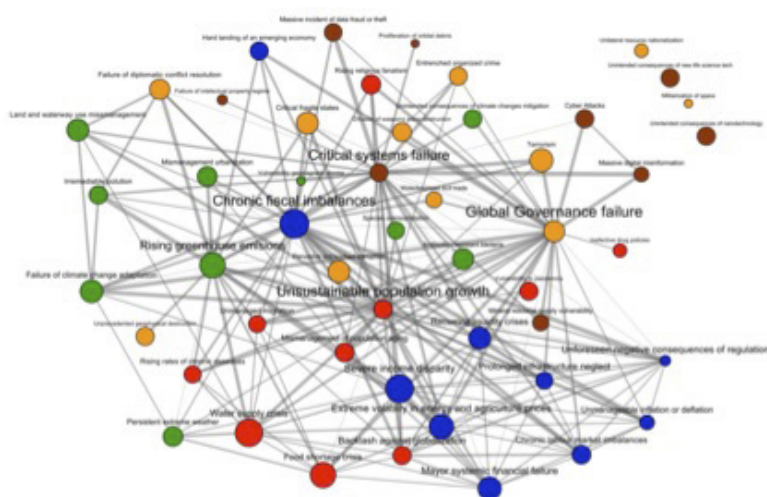


Figura 4. Cortesía de Maven7/A&J Engineering.

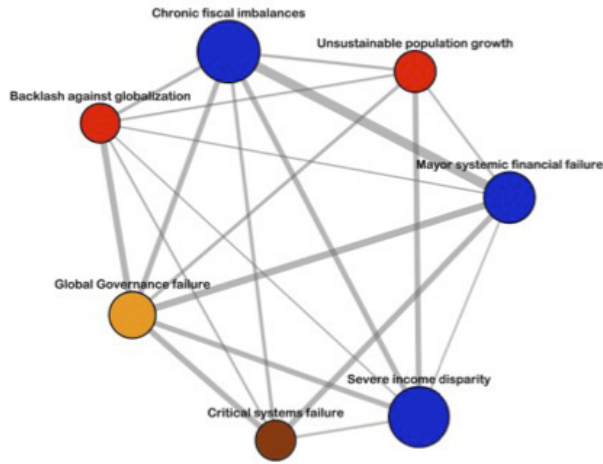


Figura 5. Cortesía de Maven7/A&J Engineering.

estable permite el nivel mayor de estabilidad en toda la red, de tal forma que la gestión de la complejidad se aborda de una manera más efectiva y sencilla. Es por lo tanto mucho más efectivo tratar la complejidad a través de clústeres o agrupaciones en forma de «subredes».

Gripe aviar

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha avisado de un riesgo substancial de epidemia mundial de gripe en un futuro cercano, con la máxima probabilidad de que derive del tipo de gripe aviar H5N1. El riesgo toma la forma de recombinación entre el virus de la gripe aviaria y alguno de los virus que circulan por la población humana. En el período entre 2004 y 2006 se produjeron una serie de brotes que alertaron a toda la población mundial. A medida que la población urbana aumenta en el mundo, la constante movilidad de las personas hace que el riesgo de pandemia aumente constantemente. Las organizaciones de salud públicas, en su preocupación por anticipar y controlar la evolución temporal y espacial de las enfermedades infecciosas altamente contagiosas, cuentan en estos momentos con tecnologías de nueva generación basadas en redes para visualizar y simular las epidemias. En las Figuras 6, 7 y 8 se pueden ver las pantallas que generan de forma automática sistemas como GLEaMviz, desarrollado por el equipo de Alessandro Vespignani en Boston. GLEaMviz es uno de los simuladores de epidemias más avanzados para la simulación de la evolución de epidemias basado en principios y leyes de la Ciencia de las redes.

Las redes de movilidad humana están en estos momentos definidas, estudiadas y modeladas sobre todo alrededor de los datos que parten de

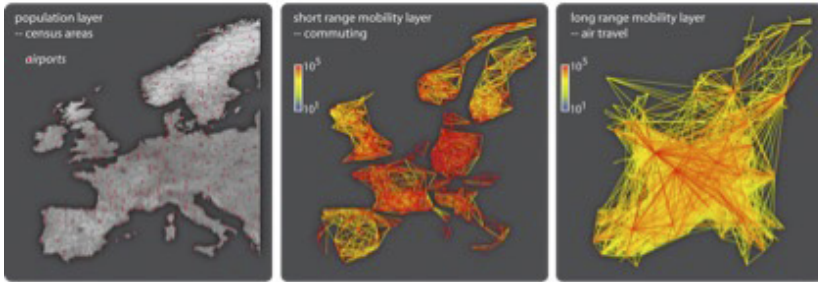


Figura 6. Simulador GLEaMviz (Alessandro Vespignani).

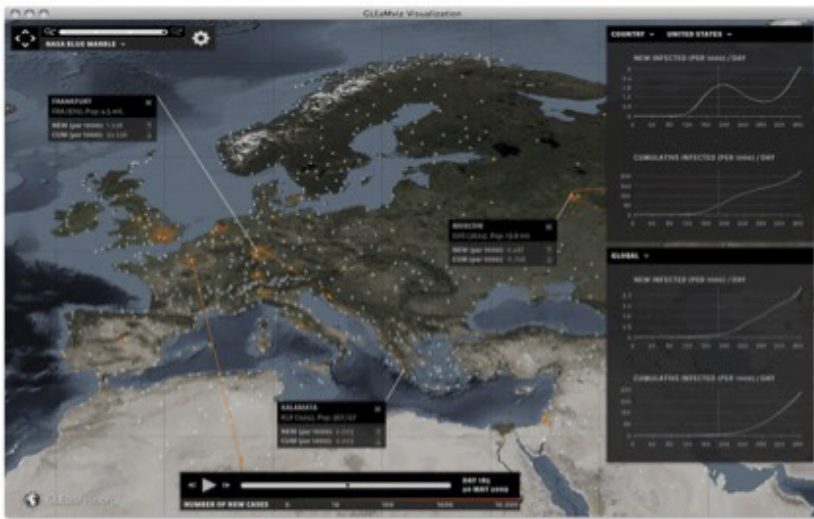


Figura 7. Simulador GLEaMviz (Alessandro Vespignani).



Figura 8. Simulador GLEaMviz (Alessandro Vespignani).

los dispositivos móviles que en su mayoría disponen de GPS y proporcionan de una forma constante datos de posición de las personas.

Todos estos casos son ejemplos de la emergencia de una nueva categoría de sistemas complejos donde es difícil deducir su comportamiento a partir del análisis del comportamiento de sus componentes individuales. Pero estos sistemas forman parte de la vida actual y su proliferación va en aumento en áreas como la economía, la seguridad y, en general, en el día a día, por lo que es necesario comprender sus bases matemáticas y tecnológicas, y desarrollar las formas de predicción y control, siendo uno de los retos principales del siglo XXI.

El nuevo concepto de frontera. Una nueva forma de medir la cercanía y la lejanía

En el concepto global de la geopolítica, las fronteras y la soberanía son conceptos básicos que son objeto de cambio en el nuevo nivel de complejidad del mundo. Se trata a continuación las bases de dicho cambio.

Una descripción de la frontera tradicional aparece así en la versión en castellano de *Wikipedia*:

«La “frontera” es un tránsito social entre dos culturas. Restringido al ámbito político, este término se refiere a una región o franja, mientras que el término “límite” está ligado a una concepción imaginaria.

Los Estados tienen una característica esencial: la soberanía, esto es, la facultad de implantar y ejercer su autoridad de la manera en la que lo crean conveniente. Para que el ejercicio de la soberanía por parte de los Estados no perjudique a otras naciones, se crean límites definidos en porciones de tierra, agua y aire. En el punto preciso y exacto en que estos límites llegan a su fin es cuando se habla de fronteras.

Las fronteras al contrario de lo que muchas veces se cree, no se demarcan únicamente cuando hay tierra de por medio, pues existen diferentes tipos de fronteras: aéreas, territoriales, fluviales, marítimas y lacustres.

Esto quiere decir que, en muchos casos, la frontera de un país con otro no se encuentra definida solamente donde hay tierra, pues en algunos casos esa división se efectúa utilizando ríos, mares, etcétera.

Las fronteras se caracterizan por el alto grado de vigilancia, para evitar entradas en masa de inmigrantes, de drogas, de mercaderías, etcétera.

El caso de la frontera aérea es utilizada para poder controlar el cielo del país (un avión que desee pasar por el espacio aéreo de un Estado ajeno a aquel de donde proviene debe pedir autorización, de lo contrario el Gobierno de dicho Estado puede considerar que su espacio aéreo está sien-

do invadido, lo que puede conducir a que se tomen decisiones extremas que pueden llegar hasta el derribo de la aeronave).

Lo importante es saber que las fronteras son las que demarcan la soberanía y el territorio de un país, y que dicho territorio no es solo terrestre, sino también aéreo, lacustre, marítimo y fluvial».

Sin embargo, como hemos dicho, las tecnologías de la información han transformado de una manera relevante el alcance del significado actual del término frontera. Son las nuevas fronteras del ciberespacio, diferentes a las geográficas, las que marcan y permiten entender las claves geopolíticas actuales, nuevas formas de poder, nuevos conceptos de soberanía, de defensa, de afinidad, de cercanía o lejanía de hecho entre personas y sociedades transformando las claves de la geopolítica del siglo XXI.

¿En qué consisten las nuevas fronteras? El concepto de distancia está unido al concepto de frontera. La historia de la humanidad siempre ha estado marcada por el concepto de cercanía y lejanía. Las grandes transformaciones de la sociedad en los últimos siglos han estado directamente relacionadas con los avances en la energía y consecuentemente el transporte y las telecomunicaciones con su impacto en la cercanía o lejanía de personas y cosas. Es el intercambio de información a lo largo del tiempo, siempre limitado por las distancias físicas, lo que establece elementos comunes culturales. La evolución de las diferentes culturas ha partido de una fase original donde se partía de una relación con el exterior limitada por los condicionamientos geográficos y de distancia y la capacidad de transporte. Así el siglo XX comenzó a acercar las diferentes culturas y geografías con los medios de transporte, el teléfono, la radio, la televisión y finalmente Internet y la telefonía móvil.

Pero en los últimos diez años, esta transformación de la sociedad ha dado un paso más allá. La tecnología de la información ha superado una serie de umbrales críticos evolucionando de tal forma que ha creado una «hiperconectividad» entre las personas y cosas donde el concepto de lejanía física o geográfica desaparece, encontrándose la mitad de la población mundial interconectada a través de Internet, la telefonía móvil y los sistemas de mensajería o las redes sociales, estando cerca independientemente de las distancias geográficas.

Nos encontramos así en un profundo proceso de transformación cultural, donde los comportamientos de la sociedad empiezan a no regirse tanto por el concepto tradicional de pertenencia a un país o a una ciudad, entidades cercanas bajo el concepto de distancia y tiempo tradicional, sino que dicha pertenencia se comprende desde el punto de vista de la empatía con aquellas personas o grupos con los que cada uno mantiene un flujo de información o sencillamente conoce a través de la gran red de información mundial actual. Las personas y cosas en el mundo están

cerca o lejos no en función de la distancia física sino de otro tipo de distancia virtual basada en interacciones a través de las redes de comunicaciones con diferentes dimensiones de referencia más allá del espacio o del tiempo.

Veamos a continuación un ejemplo real de esta nueva forma de considerar una distancia:

Las Figuras 9 y 10 muestran la cercanía entre una serie de componentes de una red de cientos de miles de nodos en este caso, basada no en su situación geográfica sino en la simultaneidad de sus acciones. Es decir, las líneas de unión significan que hay actividad simultánea de los nodos,

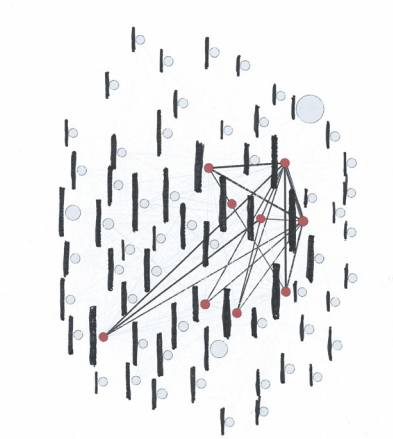


Figura 9. Cortesía de Maven7/S21sec/A&J Engineering.

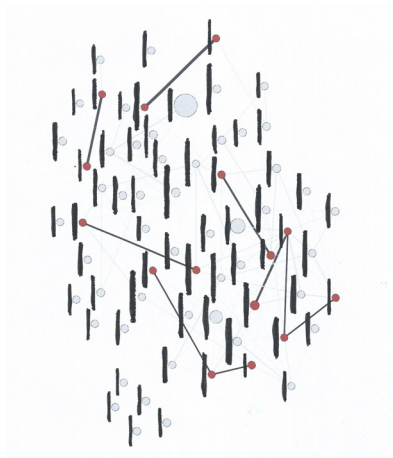


Figura 10. Cortesía de Maven7/S21sec/A&J Engineering.

lo que denota de hecho la cercanía de estos nodos dentro del mar de datos en que se encuentran sencillamente porque realizan cosas a la vez. Estas gráficas muestran en realidad un «ciberataque» y los nodos rojos son los computadores de los agresores que pudieron ser identificados gracias a las tecnologías nuevas de red que permiten la identificación rápida de este tipo de «cercanía». La primera imagen muestra la sincronía en intervalos de 10 segundos y la segunda en intervalos de 0 segundos, correspondiéndose a los jefes y los subordinados de la organización criminal en un sofisticado proceso usado para pasar inadvertidos. Estos grupos que parece que no tienen relación en un análisis tradicional, con las nuevas formas de medir distancias, aparecen claramente definidos, delimitándose de hecho sus fronteras o separaciones con el resto del universo en el que operan.

Este nuevo tipo de comportamiento es normal en el mundo hiperconectado y adquiere unos niveles de complejidad muy elevados dificultando la comprensión del entorno actual, ya sea político, social de seguridad... así como la consecuente planificación de acciones cuando se utilizan los métodos de análisis clásicos, siendo necesarias nuevas formas, métodos y tecnologías para gestionar este fenómeno asociado a la «hiperinteracción» entre unos y otros.

Podríamos resumir la génesis y el impacto de la complejidad en el mundo actual de la siguiente forma:

La complejidad de cualquier hecho tiene que ver con el número de elementos que están relacionados, así como con el número de relaciones que existen entre dichos elementos. Una representación genérica se muestra en la Figura 11.

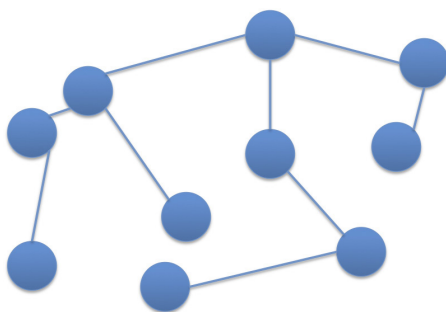


Figura 11

Si hablamos de personas, en el pasado, el número de habitantes en el planeta era menor, pero lo más importante es que en el pasado el número de interacciones entre ellas se veía limitado. Comparemos lo que era el mundo antes de la imprenta y después con la aparición de la radio o la te-

levisión junto con el transporte aéreo, por no hablar de la transformación que Internet ha tenido sobre la intercomunicación de todos los habitantes del mundo.

Pero el hecho no acaba en la comunicación entre los seres humanos, sino que en los últimos cincuenta años la sociedad se ve proyectada por la información relativa a sus individuos y su actividad que a su vez es gestionada por computadores que se interconectan entre ellos, apareciendo otro nuevo elemento que es el comportamiento de dichas redes, que unen cosas y su impacto en la sociedad. Piénsese lo que significaría la interrupción de los computadores que gestionan los sistemas financieros mundiales, la interrupción de los servicios de correo electrónico o la telefonía móvil por poner unos cuantos ejemplos... Esas interacciones máquina a máquina añaden un nuevo nivel de complejidad en el mundo actual que hace tambalear muchos de los principios políticos y sociales tradicionales donde los tiempos y el impacto de la información eran muy diferentes.

Es por esto por lo que hoy en día es inconcebible pensar en el mundo actual de una forma distinta a una red de agentes, personas y computadores, interconectados en contraposición al individuo con un nivel de autonomía e independencia tradicional.

El concepto de frontera tradicional geográfica se sustituye por el concepto de lejanía o cercanía asociada a un nuevo concepto de distancia basado en múltiples factores o dimensiones no geográficas.

Muchos de los acontecimientos notables experimentados por nuestra sociedad en las últimas décadas tienen un denominador común basado en redes que unen elementos que aparentemente son lejanos e independientes.

Una de las características de esta nueva complejidad y del comportamiento de las redes que la sustentan es la rapidez con la que fluye la información y el alcance de su difusión. En horas pueden aparecer estados de opinión sencillamente por su velocidad, además de por otro tipo de fenómenos inesperados genuinos y comunes a dichas redes.

En este nuevo mundo complejo, cualquier acontecimiento, persona o entorno está tremendamente cercano. La múltiple conexión entre los diferentes elementos forma una red tupida que hace que existan caminos muy cortos entre un nodo y otro aunque geográficamente o conceptualmente pudiesen suponerse muy separados.

Asimismo, en este mundo interconectado el concepto de «frontera» adquiere un significado diferente. Las nuevas fronteras marcan la separación entre colectivos que tienen una mayor o menor comunicación alrededor de todos los medios que están disponibles a través de las tecnologías de la información.

La «Ciencia de las Redes»

«La “Ciencia de las Redes” estudia las propiedades comunes que tiene cualquier red con evolución natural. Su desarrollo ha sido muy rápido en los últimos quince años debido al estudio experimental de Internet y de las redes de telecomunicaciones móviles. Las tecnologías de Big Data Analytics en muchos casos se basan en principios de esta ciencia. La “Ciencia de las Redes” es muy útil en la identificación de información relevante en el área de Big Data».

En los últimos veinte años la ciencia que estudia la complejidad ha tenido en las redes un área de especial interés y crecimiento. En las dos últimas décadas, de forma experimental, se han comprobado una serie de leyes físicas y matemáticas que toda red tiene independientemente de la red de que se trate. Da lo mismo que estemos hablando de personas, células, ordenadores, energía, el mercado continuo de la bolsa, en todas ellas se encuentran siempre una serie de leyes que permiten entender la evolución de su comportamiento y, lo que es más importante, predecir su evolución, así como las maneras de atacarlas y defenderlas.

Como menciona el conocido investigador en Ciencia de las Redes Laszlo Barabasi en una de sus últimas publicaciones:

«... A key discovery of network science is that the architecture of networks emerging in various domains of science, nature, and technology are similar to each other, a consequence of being governed by the same organizing principles. Consequently we can use a common set of mathematical tools to explore these systems...».

La nueva Ciencia de las Redes estudia la física y las matemáticas que subyacen en cualquier red humana, tecnológica o biológica por el hecho de ser una red. En los últimos quince años ha habido un desarrollo importante de esta disciplina por la disponibilidad de grandes *data sets de red*, dando lugar a tecnologías que permiten el análisis, planificación, simulación y monitorización de las redes basándose en propiedades generales de las mismas. Estas tecnologías por primera vez empiezan a estar industrializadas con herramientas automatizadas que limitan la cantidad de horas hombre de alta cualificación para ofrecer resultados y permiten una oferta de servicios muy amplia a diferentes compañías e instituciones privadas que la aplican en diversas áreas de la economía y de la sociedad. Esta tecnología es complementaria a las técnicas actuales de *Big Data* y *computational modelling* que suponen una disciplina de gran actualidad para la gestión de la complejidad del mundo actual.

Las tecnologías de la información y comunicaciones están en el origen de esta transformación, facilitando el incremento de conexiones y del número de agentes interconectados (personas, ordenadores, sensores...). En el primer caso, han facilitado la comunicación entre los diferentes agentes

capaces de procesar información, humanos y artificiales, siendo estas conexiones las responsables en gran medida de los nuevos niveles de complejidad que vivimos. Internet móvil, *smartphones*, «Servicios en la Nube», «Internet de las cosas» son manifestaciones de esta realidad.

En el segundo caso, la obtención de cantidades masivas de datos a través de la informatización de la sociedad, Internet, Internet móvil y las nuevas generaciones de sensores de bajo coste y la capacidad de añadir inteligencia a cualquier dispositivo han provocado una segunda dimensión de crecimiento en la complejidad de las interacciones hasta niveles que son difícilmente tratables con las técnicas tradicionales de proceso de datos. En la Figura 12 se muestran las principales fuentes de datos que alimentan los sistemas de información mundiales.



Figura 12. Principales fuentes de datos digitales.

Web y redes sociales

- Incluye contenido web e información que es obtenida de las Redes Sociales como *Facebook*, *Twitter*, *LinkedIn*, etcétera, blogs.

Biométrica

- Información biométrica en la que se incluye huellas digitales, escaneo de la retina, reconocimiento facial, genética, etcétera en el área de seguridad e inteligencia, los datos biométricos han sido información importante para las agencias de investigación.

M2M

- Se refiere a las tecnologías que permiten conectarse a otros dispositivos. M2M utiliza dispositivos como sensores o medidores que capturan algún evento en particular (velocidad, temperatura, presión, variables meteorológicas, variables químicas como la salinidad, etcétera), los cuales transmiten a través de redes alámbricas, inalámbricas o híbridas a otras aplicaciones que traducen estos eventos en información significativa. De especial importancia son las plataformas de obtención de datos a través de Drones que permiten una nueva relación precio prestaciones en la captura de información de seguridad, agrícola, gestión de catástrofes, revisión de grandes instalaciones...

Generados por humanos

- Las personas generamos diversas cantidades de datos como la información que guarda un *call center* al establecer una llamada telefónica, notas de voz, correos electrónicos, documentos electrónicos, estudios médicos, etcétera.

Grandes sistemas transaccionales

- Incluye registros de facturación, en telecomunicaciones registros detallados de las llamadas (CDR), etcétera. Estos datos transaccionales están disponibles en formatos tanto semiestructurados como no estructurados.

La denominación que predomina en la actualidad asociada a la problemática de gestionar estas grandes cantidades de datos que no se pueden tratar con medios tradicionales es *Big Data* y bajo este paraguas se suelen integrar una serie de tecnologías diversas como (en su denominación anglosajona):

«A/B testing, Association rule learning, Classification, Cluster analysis, Crowdsourcing, Data fusión/integration, Ensemble learning, Genetic algorithms, Machine learning, Natural language processing, Neural networks, Pattern recognition, Anomaly detection, Predictive modelling, Regression, Sentiment analysis, Signal processing, Supervised / unsupervised learning, Simulation, Time series analysis / visualization», entre otras.

La nueva Ciencia de las Redes

Una nueva disciplina ha emergido en la última década denominada «Nueva Ciencia de las Redes» con importantes implicaciones en la gestión de la complejidad asociada a *Big Data* y en una categoría diferente al *Computational Modelling* (Figura 13).

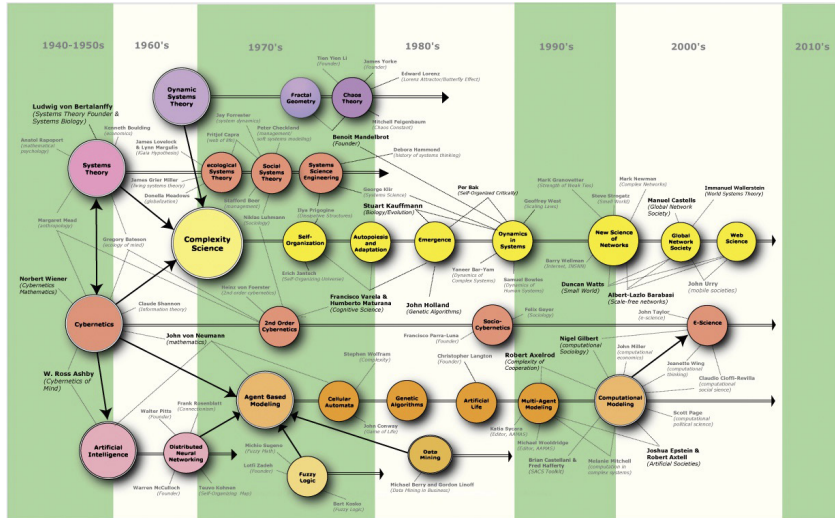


Figura 13. Map of many of the leading scholars and areas of research in the complexity science. Wikipedia/Complexity.

Desde 1995, se han acumulado evidencias de que las redes, sean del tipo que sean, tienen una serie de propiedades comunes. La investigación sobre redes masivas como Internet o las redes de telecomunicaciones móviles ha permitido inferir y modelar dichas propiedades experimentalmente, emergiendo así una nueva disciplina científica y tecnológica. Son relevantes los estudios de Laszlo Barabasi, Duncan Watts, Mark Granovetter, Nicholas Christakis o Steve Strogatz entre otros al respecto.

La «Nueva Ciencia de las Redes» es una disciplina científica que estudia como las redes emergen en la naturaleza, la tecnología y la sociedad usando un conjunto unificado de herramientas y principios. A pesar de las diferencias aparentes, muchas redes emergen y evolucionan dirigidas por el mismo conjunto fundamental de leyes y mecanismos y es en este punto donde está lo nuevo.

El estudio de grandes cantidades de datos tomando como referencia estas propiedades permite la identificación rápida de patrones que ayudan a centrar el estudio sobre *Big Data*, así como a obtener consecuencias de una forma más ágil.

Estudio experimental de la complejidad

Un factor que ha impulsado de forma muy relevante la nueva «Ciencia de las Redes» es la disponibilidad de datos de redes de gran magnitud que permitiesen el estudio experimental de las mismas, así como la comprobación de la validez de determinadas leyes comunes.

Desde la década de los 90 se empiezan a tener a disposición de la comunidad científica grandes *data sets* de Internet destinados a la investigación de la Ciencia de las Redes. A finales de esta década se tiene acceso también a dimensiones de red todavía mayores como el *World Wide Web* y en la primera mitad de la década de los 2000 se tiene también acceso a modelos de comportamiento de las redes móviles que suponen un orden de magnitud superior en términos de nodos y relaciones. Estos *data sets* aceleraron la investigación y el desarrollo de la nueva Ciencia de las Redes y de las tecnologías asociadas.

La investigación sobre estos *data sets* hizo necesario el desarrollo de nuevas tecnologías de visualización para el estudio científico de los mismos, dando lugar a una serie de herramientas clave para la identificación de patrones, visualización, simulación, cálculo de parámetros de centralidad que en la actualidad se están empezando a usar no solo para la investigación sino para la solución práctica de problemas en la empresa y la sociedad.

Las leyes de las redes

Como resultado de la investigación experimental, sobre estos *data sets* se descubren una serie de propiedades que son comunes a las redes que forman los sistemas complejos independientemente de la naturaleza de sus nodos o componentes o de sus conexiones, siempre que estas existan en un nivel suficientemente elevado. Estas leyes son la clave para interpretar y analizar la complejidad del mundo actual de una forma radicalmente nueva.

1. Libres de escala

Básicamente las redes no siguen un patrón aleatorio (Figuras 14 y 15). No se describen las conexiones entre sus nodos a través de distribuciones normales sino por distribuciones de potencia. Existen muchos nodos pequeños unidos a una serie limitada de nodos grandes o *hubs*.

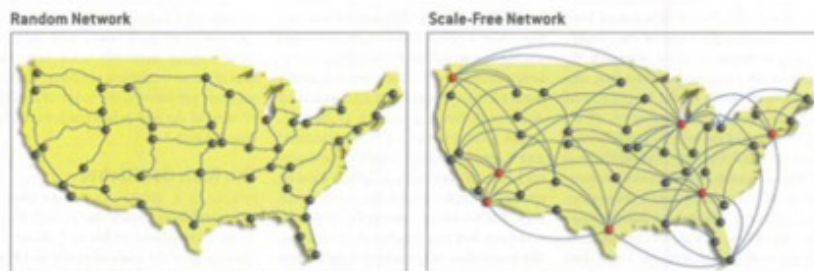


Figura 14. Cortesía Laszlo Barabasi Linked.

En términos prácticos esto significa que los elementos de una red en términos de su número de conexiones pueden variar mucho. La famosa regla de Pareto 20/80 es un ejemplo de una distribución libre de escala. Es decir, en una red puede haber nodos con un grandísimo número de conexiones que son los que tienen una influencia dramática en el comportamiento del resto de la red.

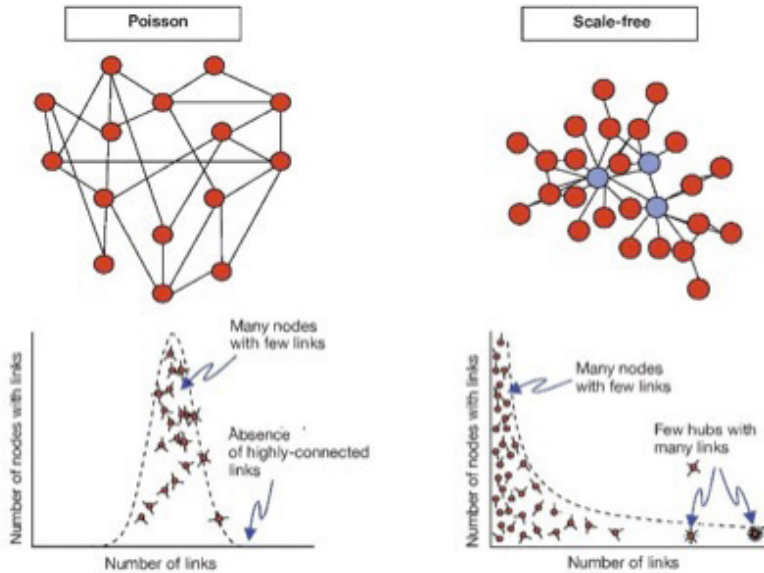


Figura 15. Cortesía Laszlo Barabasi (Barabasilab).

Las redes libres de escala más importantes y su formación:

- Internet.
- *WWW*.
- Llamadas telefónicas.
- Metabolismo.
- Circuitos electrónicos.
- Lingüística.
- Contactos sexuales.
- Coautores investigadores.
- Proteínas.
- Llamadas móviles.
- *Twitter*.
- *Facebook*.
- ...

Fijémonos en las redes que han emergido recientemente y que permiten la comunicación entre humanos: *email*, mensajería instantánea, sms, *twitter*, *Facebook*, Internet móvil... Todas estas redes son libres de escala. Esto significa que la influencia de los individuos en el resto de la red tendrá grandes diferencias, habiendo una serie de ellos que tendrán mucha más influencia que otros. ¿Cuáles son los *hubs* de la primavera árabe, o del 15M o de los atentados de Madrid?

Por otro lado, estas redes tienen asociada otra propiedad que es la del cambio de fase y que supone la segunda Ley de las redes.

2. Comunidades/Cambio de fase

Se trata de un proceso conocido en la física tan familiar como el paso de líquido a sólido cuando el agua se convierte en hielo a 0 °C (Figura 16). Una estructura sin orden se convierte de forma súbita en otra estructura con orden. Las redes sin escala, en su evolución, forman comunidades y grupos con características definidas en los grupos respecto a la difusión de información y gestión de la complejidad del resto de la red externa a través de mecanismos de cambio de fase o percolación. Es decir, que los nodos pierden su independencia y se alinean con otros nodos cercanos dando lugar a comunidades o grupos de mayor entidad. Esta es una característica típica del paso del desorden al orden en la naturaleza y en ese paso siempre se encuentran las redes libres de escala.

Es decir, hay un proceso de transformación colectivo llegado a determinados umbrales de comunicación e interactividad que hace que el sistema pierda diversidad y se mueva a un estado homogéneo con mucha menos dispersión. Imaginemos el impacto sobre las percepciones de los electores de una nación.

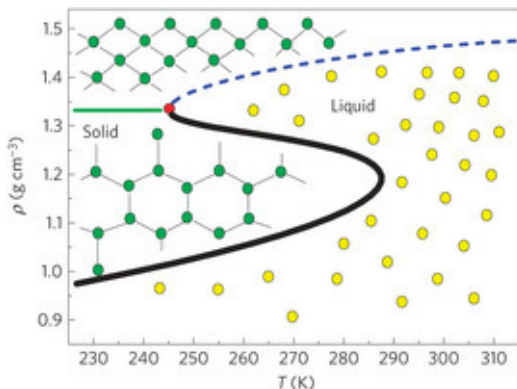


Figura 16. Cambio de fase (*Nature Physics*), Phase transitions in confined water nanofilms. 4 de julio de 2010.

El concepto de frontera se visualiza alrededor del concepto de comunidades en las redes.

3. Small World. Cercanía

Las redes en la naturaleza se organizan de tal forma que las distancias entre sus componentes son mucho menores de lo que pudiésemos imaginar. El número de saltos que tendríamos que dar para llegar de un nodo a otro cualquiera es muy bajo. Si suponemos que estamos hablando de una red de personas donde se plasmase si se conocen o no, veríamos que se forman grupos de amistades muy intensas entre los conocidos más íntimos. Algunos de ellos tendrán enlaces con otros grupos diferentes y a través de esos enlaces, denominados enlaces débiles, se reduce de forma drástica las distancias en la red universal.

Esto tiene una serie de implicaciones muy importantes en cómo se difunde la información en un colectivo. Es importante comprender que las fronteras en la sociedad actual son tremendamente cercanas. No hay lugares lejanos interconectados y podríamos decir que todas las fronteras están extraordinariamente cercanas.

4. Evolución

Las redes no son estáticas sino que crecen y las nuevas uniones entre nodos siguen patrones preferentes de conexión basados en el número de conexiones ya existentes en los nodos objeto de posible conexión. En esta evolución, las redes tienen preferencias por establecer nuevas conexiones con los nodos que a su vez tienen más, creándose un proceso de realimentación positiva. Esto es importante porque en una red hay nodos que aunque todavía no tienen muchas conexiones sí tienen un camino de evolución y en muchos casos pueden detectarse antes de que tengan la masa crítica para funcionar como atractores de conexiones de otros nodos en la red. Es decir, nodos significativos de la red pueden ser identificados con antelación cuando todavía no lo son y tienen posibilidades de serlo.

5. Robustez y vulnerabilidad (estabilidad y debilidad)

Las redes en la naturaleza tienen una gran resistencia y estabilidad frente a ataques aleatorios y sin embargo son vulnerables si el ataque es dirigido teniendo en cuenta las propiedades y características de las mismas. Esto es importante. Igual que Internet nació desde la óptica militar para asegurar que la red tendría una capacidad de supervivencia ante una serie de ataques premeditados, es importante conocer cuál es la estructura en este sentido de las redes que han emergido de forma natural

en la actualidad. Estas redes son muy estables en un entorno de agresión o evolución aleatorio, sin embargo, son muy frágiles si el ataque se produce con conocimiento de su topología y se intenta eliminar los nodos más relevantes. Esto hace que la nueva ciberguerra tenga como objetivo la caracterización constante de las redes y de los nodos principales, así como su distribución física diferente a la lógica donde el concepto de computación en la Nube juega un papel fundamental.

6. Patrones y centralidad

Existen patrones y parámetros de centralidad que se forman a diferentes niveles en las redes que permiten modelar la posible evolución de la misma. Estos patrones se pueden identificar topológicamente. Son el equivalente a comportamientos a primera vista invisibles pero que son la unidad de acción real en la red y por lo tanto su visualización, detección y comprensión es clave

7. Weak links o enlaces débiles

En una comunidad fuertemente interconectada, el tipo de información compartida hace que todo sea conocido casi por todos. Todos suelen tener acceso a las mismas fuentes de información. Este hecho implica que el valor de la información de un nodo se va haciendo genérica de tal forma que la comunidad o nodo necesita acceder a información nueva para seguir evolucionando. Este es el valor de las conexiones de individuos del grupo con otros grupos externos. Aunque dichas conexiones no son tan

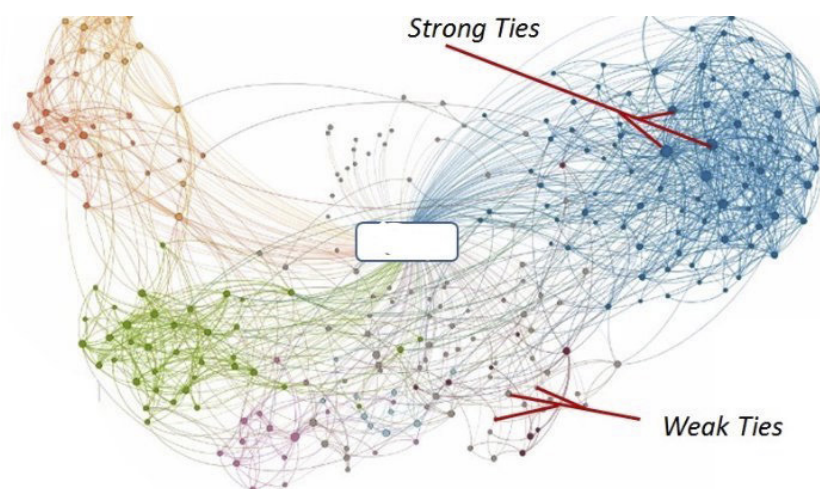


Figura 17. Enlaces débiles (Alan MacKelworth. Networking at the coal face - In B2B why are Weak Ties the first step?).

intensas como las que existen con el propio grupo son fundamentales a la hora de hacer evolucionar el sistema original donde se encuentran. A estas conexiones se les denomina *Weak Links*. La imagen representa un ejemplo de red donde en colores están los segmentos de la red fuertemente enlazados, mientras que la unión entre estos clústeres se realiza a través de puntos de interconexión muy sencillos. En la Figura 17 se ven en diferentes colores clústeres fuertemente interconectados, así como enlaces débiles que interconectan unos con otros.

Tecnología asociada a la Ciencia de las Redes

Podemos asemejar algunos atributos de la nueva generación de tecnologías alrededor de la Ciencia de las Redes con las tecnologías CAD/CAE/CAM surgidas en el último cuarto del siglo XX con gran impacto en todos los procesos de diseño, ingeniería y fabricación. En sus comienzos, estos sistemas proporcionaron la posibilidad de visualizar y simular el diseño de la industria aeronáutica y del automóvil, aunque luego se extendió a todas las áreas de la industria y del diseño, incluida la arquitectura.

Uno de los elementos muy importantes de estos sistemas era la capacidad de visualización de piezas durante el diseño de un producto complejo con las que se podía operar de forma interactiva por parte del diseñador. Dichas piezas tenían un modelo matemático que permitía su simulación y ensamblaje virtual en la construcción del producto final más complejo. Las librerías con información de dichas piezas básicas con sus características físicas y modelos de ensamblaje asociados eran un elemento fundamental de dichos sistemas que introdujeron un importante aumento de la productividad en la industria a partir de los años 80 del siglo XX.

El *software* asociado a la nueva «Ciencia de las Redes» permite una visualización automática e inteligente de las redes objeto de estudio. Mediante un proceso de interacción con el operador del sistema, es posible descubrir de una forma simple y ágil patrones con anomalías desde el punto de vista de red, simulaciones y alertas.

En la Figura 18 se puede ver un ejemplo de este tipo de visualizaciones donde se realzan patrones de interacciones en red de una forma dinámica e interactiva y con una gran componente intuitiva para el operador analista.

El *software* supone una capa superior especializada en la visualización y simulación de grandes conjuntos de datos desde el punto de vista de su estructura de red y es complementaria a las tecnologías tradicionales usadas en *Big Data* y en especial en *computational modelling*.

En la actualidad existen dos tipos de aproximaciones relacionadas con la Ciencia de las Redes que es importante diferenciar:

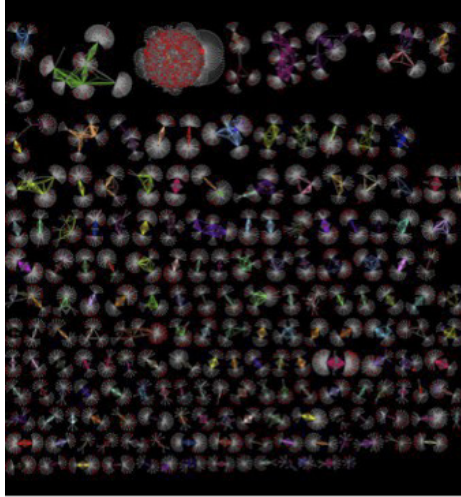


Figura 18. Cortesía Barabasilab.

Una primera consistente en herramientas de edición y visualización simples, normalmente *freeware*, que son usadas por grupos de investigación dentro de las universidades y que ofrecen servicios esporádicos al mercado empresarial y que en coste, tiempos y escalabilidad tiene limitaciones por el alto nivel de horas hombre de perfiles con conocimiento científico sobre esta nueva materia.

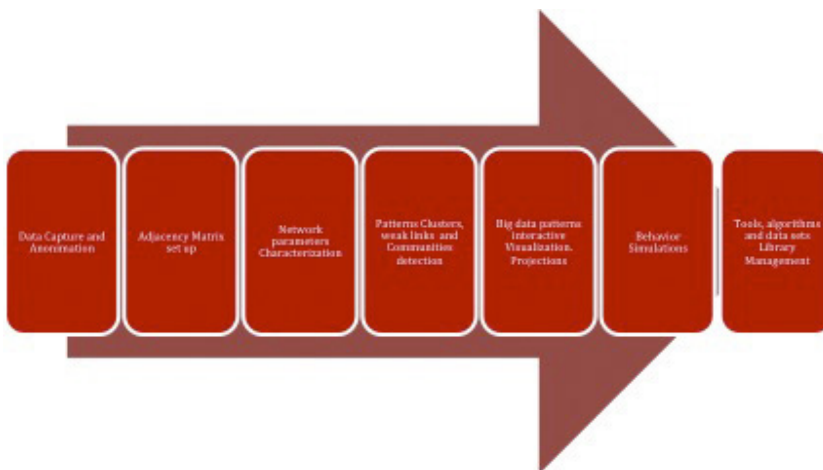


Figura 19. Cortesía Maven7/A&J Engineering.

Una segunda, consistente en herramientas integradas que tienen funciones desde la captura a la simulación y que constituyen una primera forma de industrialización de las soluciones ofrecidas al mercado con impacto en la reducción de los costes, el tiempo de obtención de resultados y escalabilidad del servicio ofrecido. La Figura 19 muestra un ejemplo de la arquitectura tecnológica típica actual, de las nuevas compañías que operan en la actualidad en este campo.

La Figura 20 ofrece, asimismo, una visión más detallada en capas de la arquitectura asociada a la gestión de la información con este tipo de herramientas.

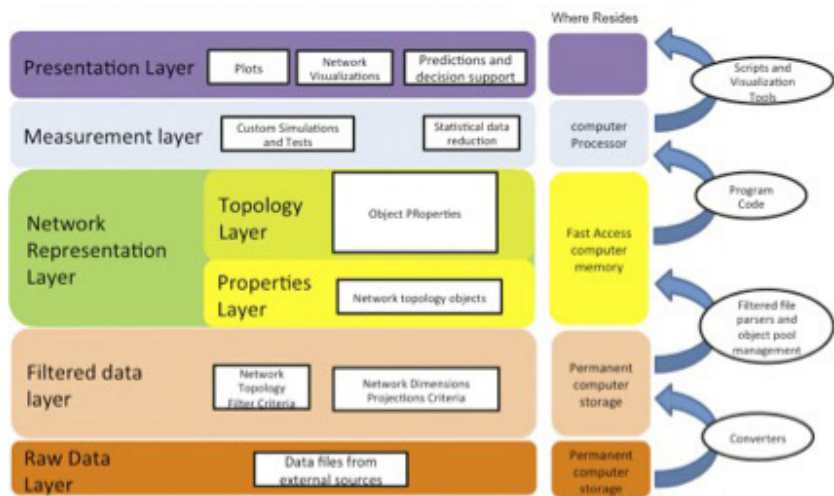


Figura 20. Arquitectura de computación para Ciencia de las Redes (cortesía Barabasilab).

La tecnología asociada a la Ciencia de las Redes tiene una evolución típica de las tecnologías en sus primeros años de desarrollo. Prácticamente cada cuatro o cinco meses se producen mejoras en los algoritmos usados, así como en las librerías de conocimiento de los patrones de red y específicamente en el área de centralidades, proximidades, clusterización...

En estos momentos, empiezan a estar disponibles soluciones que forman parte de la primera generación de herramientas integradas que permiten la industrialización del uso del conocimiento de la nueva «Ciencia de las Redes».

Aplicaciones actuales

Aunque el concepto de red es aplicable en la práctica a cualquier área de actividad humana, en la actualidad hay una serie de campos donde se empieza a usar de forma activa las tecnologías de la nueva Ciencia de las Redes.

Seguridad

Toda nueva tecnología puntera suele tener prioridad para las organizaciones gubernamentales que tienen la responsabilidad de la defensa. Un buen ejemplo fueron los orígenes de Internet alrededor de DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). En la actualidad uno de los programas de DARPA es el llamado *Extracting relevance from mountains of data* que incluye áreas como *big data*, *data analytics* y la nueva Ciencia de las Redes.

Durante el siglo XX, la geografía marcaba en gran medida la cohesión de la sociedad. En un mundo con una capacidad de difusión de información limitada esta era una consecuencia lógica. Sin embargo, en la actualidad las comunicaciones permiten una difusión de las ideas y de las relaciones menos dependiente del entorno físico. Los grupos de influencia, de poder y de acción se definen en función de los patrones de comunicaciones entre ellos independientemente del entorno geográfico. Esos patrones definen los nuevos estados y agrupaciones de la sociedad y son el nuevo objeto de las organizaciones de seguridad mundiales.

En la actualidad, la identificación y seguimiento en tiempo real de patrones anómalos de comportamiento en red es una de las aplicaciones con mayor prioridad. Esta tecnología funciona como una capa superior de visualización y simulación sobre las plataformas existentes de *Computational Modelling* y *Big Data*.

En la Figura 21 volvemos a ver la identificación automática de un patrón de comportamiento anómalo por sincronías en la actividad de una muestra de cientos de miles de nodos IP a lo largo de un intervalo de tiempo de veinticuatro horas.

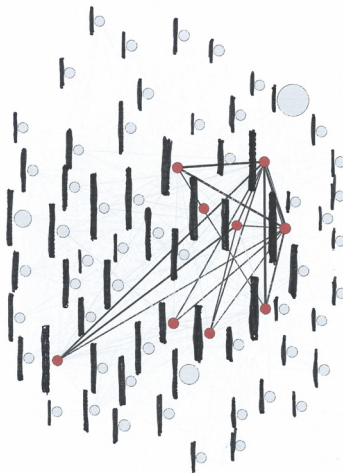


Figura 21. Cortesía de Maven7/S21sec/A&J Engineering.

Marketing, ventas y marca

La emergencia de las redes sociales en los últimos años ha transformado el concepto de audiencias que las marcas y las agencias de publicidad y medios vienen haciendo que la planificación de las campañas tradicionales de comunicación se extiendan a las redes sociales. La difusión de la información, las nuevas segmentaciones que aparecen en forma de comunidades dentro de la red y la percepción de los atributos de marca y su evolución son algunos de los ejemplos donde la Ciencia de las Redes aporta elementos de medida, simulación y alertas para el profesional del *marketing*, ventas y comunicación. En la Figura 22 se puede ver un caso real de monitorización en tiempo real de la difusión de la opinión sobre un determinado producto en *Twitter* realizado por Maven7.

Mercados financieros

Una de las áreas de aplicación de máxima actualidad es el descubrimiento de patrones anómalos en tiempo real en los mercados de valores. Las tecnologías de la «Ciencia de las Redes» están basadas en la descripción e identificación de la complejidad en términos de patrones que están basados en el conjunto de propiedades de la misma. Esto permite la identificación de situaciones y patrones anómalos visuales desde el punto de vista de las características de la red que seguidamente son ob-

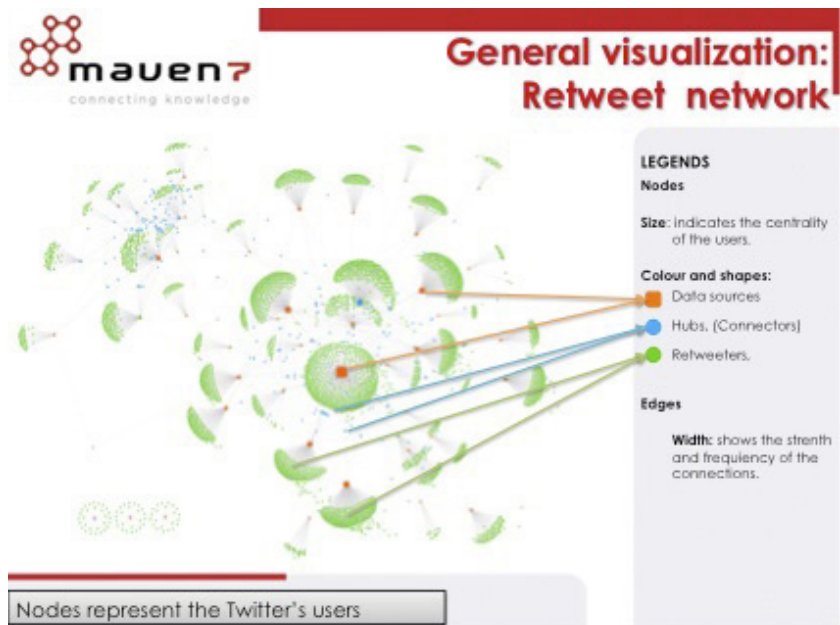


Figura 22. Cortesía de Maven7/A&J Engineering.

jetos de análisis más detallados con el resto de tecnologías típicas de *Big Data*. Las oscilaciones de los mercados pueden ser seguidas de una forma nueva a través de las descripciones representadas por conjuntos de patrones básicos de red.

Desarrollo de nuevos mercados

El desarrollo de la economía de los países tiene también nuevas formas de análisis y de planificación. Es de destacar el concepto de «Espacio de Producto» creado por César Hidalgo y Ricardo Hausmann (MIT, Harvard) (Figura 23). El espacio de producto es una representación en red de los diferentes productos transados en la economía mundial y sirve para hacer planificación de los caminos más favorables de economías en proceso de transformación.

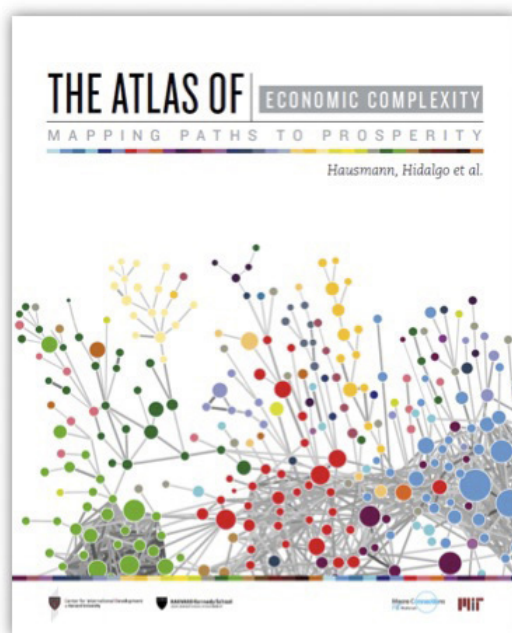


Figura 23. Cortesía de César Hidalgo, MIT.

Sanidad

Una de las áreas con mayor actividad en el uso de la Ciencia de las Redes a nivel mundial es la sanidad. La transformación de la sanidad es una de las áreas críticas para la sostenibilidad del sistema económico y de bien-

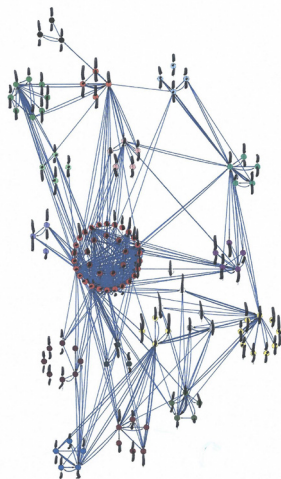


Figura 25. Cortesía Maven7.

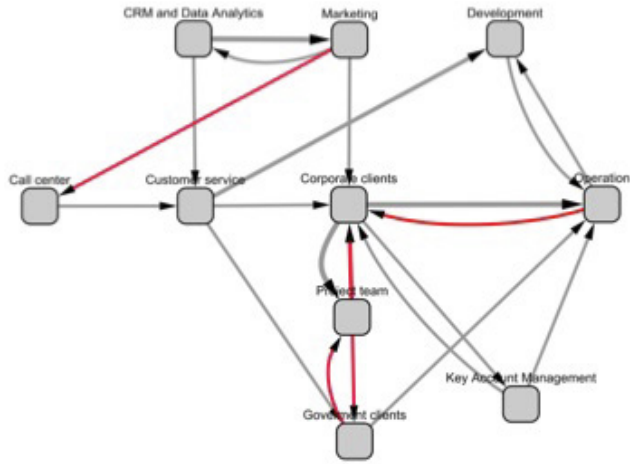
Análisis de organizaciones

Una de las primeras áreas donde se ha aplicado con éxito la Ciencia de las Redes es el análisis de las organizaciones en la empresa. La empresa en la práctica tiene una organización real que no necesariamente coincide con el organigrama. Aspectos como el talento, el cambio, el trabajo en equipo, la eficiencia de las fuerzas de ventas, la motivación, o la eficiencia de la organización tienen unas fuertes implicaciones de red que son fácilmente visibles a través del uso de estas herramientas. Se pueden así visualizar y cuantificar aspectos del negocio, permitiendo potenciar los puntos fuertes del mismo y solucionar problemas que muchas veces permanecen ocultos. En la Figura 26 se puede tener una visualización asociada a la comunicación en una empresa y los problemas asociados

Telecomunicaciones

La industria de las telecomunicaciones ha sido protagonista en primera persona de la evolución en la última década de la Ciencia de las Redes. De hecho, parte de la evolución se ha debido a la disponibilidad de los grandes volúmenes de datos de las redes móviles que permitieron la observación y validación de las leyes generales de la Ciencia de las Redes.

En particular, las aplicaciones en este sector fueron pioneras y comenzaron hace ya más de diez años, fundamentalmente en las áreas de *churn* y en la difusión de los nuevos servicios móviles antecesores en muchos casos de las *apps* de los *smartphones* actuales.



Whom do you receive information from needed for your work?

→ = Efficient communication

→ = Inefficient communication

The slide shows the department level network of task delegation and positive/negative attitude.

Figura 26. Cortesía Maven7.



Figura 27. Cortesía A&J Engineering.

En la Figura 27 se puede ver uno de los primeros hallazgos relativos a la fidelización de clientes que estaba relacionado con el hecho de que la fidelización era un aspecto grupal y no individual con el consiguiente impacto en todos los programas relacionados con la percepción de calidad del cliente.

Una de las áreas prometedoras en este sentido es la del análisis de los eventos sobre redes IP a través de tecnologías de *Deep Packet Inspection* y su visualización en términos de red de cara a contabilizar los costes de anchos de banda de los diferentes proveedores de servicios.

Las compañías de telecomunicaciones han tenido un papel muy importante en la creación de una infraestructura que sirviese para la investigación de la difusión de la información en redes, así como la identificación de los mecanismos de creación de comunidades y clústeres. Es de destacar el simulador *Persons*, Figura 28, que Amena desarrolló en el año 2003 para la modelización de los procesos de difusión de información en una red y que fue base de muchas de las investigaciones que la comunidad científica desarrolló en la primera década del siglo XXI.

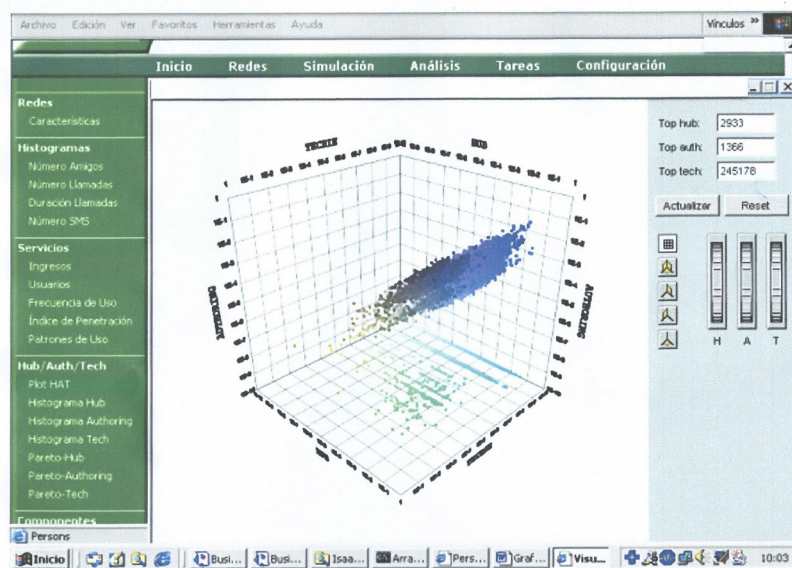


Figura 28. Cortesía Barabasilab.

Resumen

La nueva Ciencia de las Redes permite un nuevo tratamiento de la complejidad. La visión en clave de red es diferente. La red da lugar a patro-

nes específicos que son susceptibles de ser identificados a través de las tecnologías de redes, así como su simulación y la definición de acciones posteriores.

Hay una nueva tecnología disponible hoy para diagnóstico de problemas y oportunidades, pero solo ahora empieza a haber una oferta en el mercado que permite la industrialización y el uso masivo de este tipo de soluciones. Hasta hace poco estos servicios se hacían de una forma artesanal sin la posibilidad de industrializar una oferta al mercado con impacto en tiempos y precio, así como disponibilidad.

La nueva Ciencia de las Redes es una ciencia horizontal que se aplica a todas las áreas económicas y sociales y es clave para cualquier directivo o profesional que ha de tomar decisiones, reduciendo el nivel de incertidumbre asociado a un mundo cada vez más interconectado. No es una tecnología que solo sea accesible a los técnicos sino que ahora, con las nuevas tecnologías, es manejable por los directores de negocio.

Esta ciencia con sus tecnologías asociadas está jugando un nivel creciente de importancia alrededor del campo conocido como *Big Data* ya que permite extraer relevancia de una forma rápida de cantidades masivas de datos.

Red de redes: la Nube, la infraestructura básica de información global, Internet y las redes sociales

«El mundo, personas y cosas, está conectado en la actualidad por una sofisticada red de comunicaciones de datos y de computación. Bajo el nombre de Internet se hace referencia a dicha infraestructura que está compuesta por diferentes capas: La infraestructura de la Nube, Internet en sí y el WWW y aplicaciones asociadas. Es importante comprender que a través de la Nube la posibilidad de crecimiento es ilimitada y la relación precio/prestaciones alcanza una nueva dimensión».

Internet

Es importante conocer la cronología de Internet, de las redes que aparecen de forma natural sobre ella denominadas redes sociales, así como la infraestructura de computación y comunicaciones existente en la actualidad para poder comprender la realidad de la red mundial actual.

Es de todos conocido que Internet aparece en los años 60 en plena Guerra Fría. Es entonces cuando se empieza a considerar la posibilidad de interconectar ordenadores no a través de una red de comunicaciones con circuitos dedicados durante la comunicación, sino trocear la información que se fuese a enviar en paquetes y enviarlos por los circuitos disponibles de forma dinámica con la ventaja en términos de eficiencia en las

comunicaciones y seguridad ante un ataque nuclear de la Unión Soviética. Concretamente, es en julio de 1961 cuando aparecen los primeros artículos sobre la conmutación de paquetes, en 1965 cuando se crea la primera red experimental simple y es en 1968 cuando DARPA crea Arpanet, la primera red operativa de conmutación de paquetes que estaría operativa en 1971. En 1972 se crea la primera aplicación sobre esta red: el correo electrónico,

Entre 1984 y 1986, la NSF (National Science Foundation) creó NSFNET, que unía todos los sistemas de supercomputación americanos bajo protocolo de Internet. Esta red empezó a ser conocida formalmente como Internet. Al final de los 80, un importante número de países se unieron a dicha red. Australia, Alemania, Israel, Italia, Japón, Méjico, Holanda, Nueva Zelanda, Reino Unido...

En 1995, la NSF dejó de esponsorizar formalmente NSFNET y a partir de ese momento Internet está basada en infraestructuras privadas de diversos países.

Pero es en 1995 cuando aparece el WWW y la forma de uso de Internet como la conocemos hoy en día. El múltiple acceso a las webs, los buscadores, los portales y finalmente las redes sociales. En 1995 aparece también el proceso de masificación de las telecomunicaciones móviles sobre todo a partir del impulso de la introducción del estándar GSM en Europa para telefonía móvil. Es ya en la primera década del siglo XXI cuando se introducen primero las tecnologías GPRS y EDGE sobre GSM que suponen el comienzo del desarrollo del Internet móvil. No será hasta la segunda mitad de esta primera década cuando se desarrolle el Internet móvil de una forma masiva por la introducción de las redes 3G y posteriormente 4G, así como la aparición en 2008 de la categoría de smartphones actuales, con su concepto de apps asociado, así como la posibilidad de introducir voz sobre datos y todo tipo de mensajería instantánea.

La Nube

Toda la infraestructura mundial de tecnología de la información ha evolucionado hacia un nuevo modelo denominado «La Nube». En realidad «La Nube» o el *Cloud Computing* no es más que una evolución equivalente a la que tuvo a lo largo del siglo XX. La Nube consiste en una serie de centros gigantescos de computación distribuidos por todo el mundo e interconectados que dan servicio a todos los usuarios de tecnología de la información en el mundo (Figura 29). De la misma forma que a principios del siglo XX la red eléctrica no estaba interconectada a nivel global y existían diversos centros de generación con sus redes específicas de distribución y fue evolucionando hacia una conexión global que facilitaba las economías de escala y giraba alrededor del concepto genérico de kW generado en cualquier central y consumido en cualquier punto final de consumo,

las redes de computadores han seguido el mismo proceso donde la capacidad de cálculo, la memoria, el ancho de banda o el acceso a funcionalidades concretas de programas y soluciones específicas.



Figura 29. Imágenes infraestructuras de la computación en la Nube (Google search).

Un ejemplo de las grandes compañías que proporcionan los servicios en la Nube se puede ver en la Figura 30.



Figura 30. Grandes compañías de computación en la Nube.

Estas compañías son las que impulsaron desde principios del siglo XXI este modelo de computación debido a las necesidades de computación y de crecimiento rápido de sus negocios. De hecho, Amazon, en sus grandes proyectos de adquisición de infraestructura de servidores, provocó un cambio en el modelo tradicional de fabricación de los grandes suministradores informáticos por las dimensiones de los pedidos asociados, así como los requerimientos de coste. Cada una de estas compañías desarrolla posteriormente divisiones para la gestión de los servicios de la Nube para terceros más allá de sus propias necesidades.

Para hacernos una idea del poder de computación que el modelo de la Nube proporciona a sus usuarios demos unas cuantas cifras que permitan hacernos una idea:

Con el PC más moderno y potente que pudiésemos encontrar en la actualidad, explorar una base de datos de 4,8 terabytes llevaría trece horas. Accediendo a la Nube, por un precio mucho más bajo, casi marginal en comparación, se tardaría 1 s, fundamentalmente por las tecnologías de escala asociadas.

La evolución de la Nube es similar a la evolución de la red eléctrica muy a principios del siglo XX, cuando la luz se generaba y se distribuía en pequeñas zonas (equivalente al PC), y su evolución a una red universal interconectada que proporcionaba energía que podía haber sido generada en grandes instalaciones distantes e interconectadas.

El WWW, las redes sociales y la mensajería instantánea

Es a partir de 1995 cuando el impacto de Internet como red empieza a transformar de una manera definitiva nuestra sociedad. La aparición de los navegadores y en definitiva del WWW impulsa de una forma definitiva a nuestro mundo a un esquema hiperconectado. Los buscadores, los portales, las redes sociales, los blogs... ofrecieron un mundo infinito de compartición de información todavía más impulsado en los últimos años por la aparición de los *smartphones* y del Internet móvil. Toda esta capa de aplicaciones de compartición de información se puede considerar como una tercera capa sobre la Nube e Internet, constituyendo en su conjunto de hecho una red de redes que es la que permite la interacción e hipercomunicación de nuestra civilización.

Internet de las cosas. Reality engines

«El gran salto de escala en datos y complejidad que se está produciendo en la actualidad es el de las cosas conectadas entre sí. Esto hace que computadores, sensores, conectados entre sí ofrezcan un nuevo nivel de inteligencia en las áreas de seguridad, e-health, transporte,

entretenimiento, medio ambiente, alimentación, monitorización de agua y energía y sobre todo la capacidad de buscar y trazar cualquier cosa».

Una de las grandes transformaciones que está sufriendo Internet es que ya no solo son personas las que están interconectadas sino también computadores, dispositivos electrónicos y sensores. Esto está provocando que nuevos órdenes de magnitud de complejidad estén presentes en Internet.

La aparición de una nueva generación de sensores por debajo de 5 céntimos de dólar por primera vez hace posible el despliegue masivo de redes de radiofrecuencia en la banda de UHF con unas características de alcance, velocidad, capacidad de muestreo especialmente atractivas para el despliegue de grandes redes de monitorización con aplicaciones en campos como salud, seguridad, transporte, entretenimiento, medio ambiente (agua, incendios...)... No ha aparecido un actor en esta área todavía pero sin lugar a duda un nuevo Google, Facebook, Twitter en el área de las grandes redes de sensores está por llegar.

En este sentido, de especial interés es el concepto de *Smart Dust* o polvo inteligente, Figura 31, que consiste en sensores del tamaño de la cabeza de un alfiler que pueden ser considerados como de usar y tirar y pueden constituir redes de monitorizaciones ubicuas e invisibles. Pensemos en millones de este tipo de dispositivo, como si fuese cada uno un granito de arena de playa, esparcidos sobre las zonas que se quiere monitorizar.

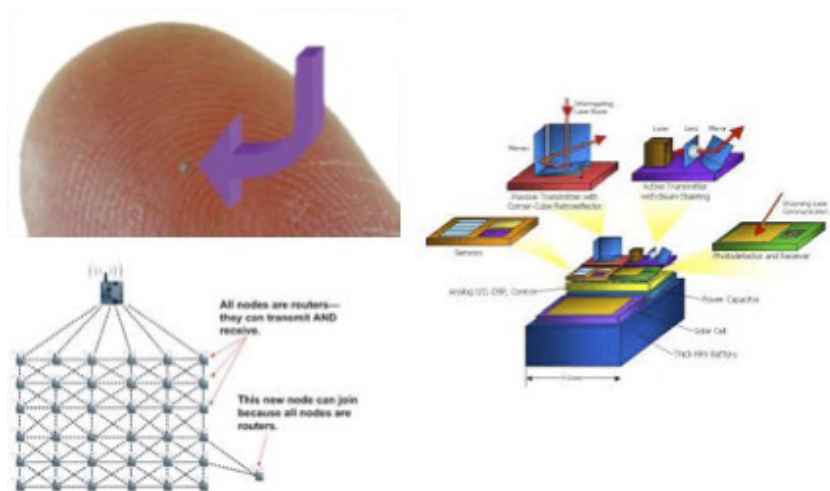


Figura 31. Imagen de la miniaturización de sensores. *Smart Dust*/Polvo Inteligente (Google search).

La emergencia de este tipo de tecnología se produce gracias a los nuevos umbrales logrados en las prestaciones de las bandas de radiofrecuencia en UHF entre 860 y 960 Mhz, donde el alcance cubre un rango desde milímetros a decenas de metros, con una frecuencia de lecturas entre 200 y 1.200 *tags* por segundo, con una fiabilidad cercana al 100 por ciento y en los precios por debajo de los 5 céntimos de dólar en volúmenes grandes.

Las cosas que nos rodean en el mundo se convierten así en elementos con cierta inteligencia a su vez unidos en gigantescas redes.

Es de destacar la evolución de los *UAVs* (*Unmanned Aircraft Vehicles*), también conocidos por «drones» con sus cargas de sensores y su aplicación a todo tipo de misiones de toma de datos y control. Esta área es una de las más importantes en cuanto a las fuentes de toma de datos masivos en los próximos años, al igual que lo han venido siendo los satélites en último tercio del siglo XX.

La aplicación de esta categoría de Internet de las cosas está transformando áreas como la seguridad, *e-health*, transporte, entretenimiento, medio ambiente, alimentación, monitorización de agua y energía...

Pero sobre todo la capacidad de buscar y trazar cualquier cosa, lo que tiene implicaciones fundamentales en esta nueva manera de convertir cualquier cosa en el mundo en algo mucho más inteligente y capaz. De hecho, el novedoso campo de la «Vida Sintética» está teniendo sus primeros desarrollos alrededor de la creación de redes de elementos muy simples, como los virus, que debidamente interconectados por redes bioquímicas tienen un comportamiento cuasi inteligente vistos como red.

Realizaciones prácticas actuales de *Big Data Analytics*

Se tiende a pensar cuando se habla de *Big Data* que esta disciplina cubre fundamentalmente las tecnologías asociadas con el almacenamiento masivo de datos y su tratamiento con tecnologías diferentes a los sistemas de bases de datos tradicionales. El gran reto es la obtención de consecuencias de estos datos dando lugar a la disciplina del *Big Data Analytics*. En la actualidad hay un gran número de soluciones que se sustentan en las tecnologías de *Big Data* que ofrecen soluciones terminadas y que forman la verdadera realidad, extremo a extremo de esta disciplina.

Independientemente de que exista una Ciencia de las Redes y una serie de tecnologías horizontales que permitan extraer información de las grandes cantidades de datos que tenemos en la actualidad, la realización práctica de esta gestión del *Big Data* se lleva a cabo por diversas soluciones especializadas en aspectos concretos que tienen una base en la Ciencia de las Redes. Veamos ejemplos de algunas de ellas

Reputación online

En el mundo actual, la percepción que se tiene de algo en Internet de una forma rápida se convierte en una realidad de hecho. Es por eso por lo que organizaciones de todo tipo dan prioridad a la gestión de la reputación que tienen en la red. En las búsquedas en Internet, las personas se fijan fundamentalmente en los resultados que aparecen en la primera página, con lo que la percepción que prevalece es tan solo la punta del iceberg de la realidad de lo que se juzga, siendo este un proceso incompleto e injusto. Existen en la actualidad tecnologías basadas en las propiedades de las redes que permiten que las apariciones sean acordes a la realidad de lo que se quiere juzgar. Estas tecnologías suponen un paso más allá de los conocidos métodos *SEO* (*Search Engine Optimization*), que son ya la generación anterior de este tipo de tecnologías.

Asimismo, las opiniones generadas por las personas sobre productos o servicios que reciben, normalmente como calificación en forma de estrellas, son otro elemento clave para definir el nivel de reputación de los negocios, organizaciones, productos o servicios. En la actualidad, el 78 por ciento de las personas leen las calificaciones en forma de estrella y el 89 por ciento de las mismas admiten que dichas calificaciones influyen en su decisión de compra (*eTailing Group*). También existen en estos momentos una nueva generación de tecnologías que permiten la gestión de las valoraciones positivas que muchas veces no son realizadas o no aparecen en los sitios adecuados. El conjunto da lugar a una medida de la «reputación *online*» que puede ser comparada dentro de un colectivo (Figura 32).

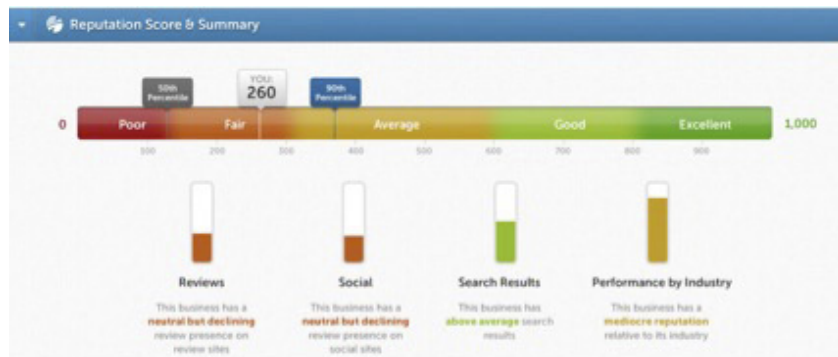


Figura 32. Cortesía de Reputation.com/ A&J Engineering.

Gestión de la Nube

El uso de aplicaciones en la Nube es un proceso imparable en la actualidad, tanto a nivel personal como a nivel empresarial. Los beneficios de coste, flexibilidad y escalabilidad de la Nube hacen que este

movimiento sea una tendencia rápida y sin vuelta atrás. Las implicaciones que el modelo de la Nube tiene en la seguridad son muy importantes y eso ha dado lugar a la aparición de una serie de tecnologías para la gestión de la seguridad de los miles de *apps* accedidos por los usuarios de Internet. Estas tecnologías permiten la identificación de los riesgos de las *apps* desde el punto de vista de los parámetros de su diseño y construcción, así como la identificación de los comportamientos anómalos de usuarios o la encriptación con tecnologías muy avanzadas de la información confidencial de las organizaciones en la Nube. En la Figura 33 se puede ver un interfaz de este tipo de soluciones avanzadas.



Figura 33. Cortesía de Skyhigh Networks/ A&J Engineering.

Identificación de la suplantación

El comercio electrónico tiene una tasa de crecimiento muy alta y es clave en la evolución del mercado de consumo. Uno de los problemas con que se enfrentan las grandes marcas de productos es la falsificación por Internet. Marcas de ropa, de artículos de lujo, de productos farmacéuticos son objeto de suplantación y fraude, originando pérdidas de miles de millones de euros. Existen nuevas tecnologías basadas en redes y en *big data* dedicadas a la monitorización de este tipo de fraudes, a su prevención así como a su identificación y cierre. En la Figura 34 se puede ver un ejemplo de interfaz avanzado de este tipo de nuevas tecnologías.

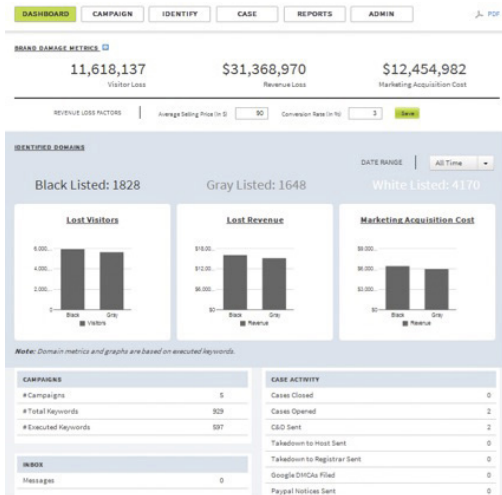


Figura 34. Cortesía de Bouju/ A&J Engineering.

Redes sociales dirigidas (redes sociales corporativas)

La idea de usar la misma tecnología y facilidad de uso que encontramos en las redes sociales como *Facebook*, *Linkedin*, *Pinterest*, *Twitter*... pero con el objetivo de aunar esfuerzos de una comunidad con el objetivo de conseguir un resultado concreto es un área que se ha desarrollado recientemente con aplicaciones en la empresa o en la educación. En este campo, por ejemplo, se pone a disposición del profesor una herramienta de participación única con el objetivo de conseguir una realimentación de información entre los alumnos, aportando sus opiniones y refinándose el conocimiento adquirido más allá de la información proporcionada por el profesor. Es la red del profesor con los alumnos la que es depositaria de un conocimiento. En la Figura 35 se puede ver un ejemplo de este tipo de aplicaciones.



Figura 35. Cortesía de Popin A&J Engineering.

Visualización dinámica de redes

Como ya hemos visto, la visualización de grandes cantidades de datos se ve beneficiada con las herramientas de visualización creadas en los últimos años alrededor de la Ciencia de las Redes. Normalmente las técnicas de visualización dan una batería de imágenes adaptadas para la identificación de clústeres, *weak links*, comunidades, parámetros de centralidad... En la actualidad hay una serie de tecnologías que se están incorporando a los sistemas de visualización de redes como las que provienen de los sistemas de simulación de dinámica de fluidos normalmente usados en las áreas aeronáutica y naval. En realidad esta disciplina y herramientas suponen uno de los elementos más potentes de toda la ciencia para el análisis de sistemas complejos y además introducen un elemento nuevo que es la capacidad de la animación, con lo que los fenómenos como la emergencia donde situaciones nuevas aparecen de forma súbita son visualizados con gran claridad y permiten una identificación de características de red que no era posible con las técnicas anteriores. La Figura 36 muestra un ejemplo de este tipo de visualizaciones avanzadas.



Figura 36. Cortesía de NextLimit Technologies/ A&J Engineering.

Fusión de datos

Una de las características de los datos masivos que se tienen en la actualidad asociados a cualquier actividad humana es la diversidad de formatos que complican su integración para su análisis posterior. Existen en

estos momentos una serie de tecnologías asociadas a la integración de datos diversos y que permiten resolver este problema y que se agrupan de forma genérica bajo la denominación de Plataformas de Fusión de Datos. En la figura se pueden ver el tipo de interfaces que se presentan al usuario que utiliza una plataforma de este tipo.



Figura 37. Ejemplo de pantallas de Fusión de Datos de Palantir, Google Search.

La geopolítica líquida en términos de red

«Todas las tecnologías y disciplinas científicas mencionadas tienen un impacto directo en los mecanismos que sustentan la nueva geopolítica mundial. Los elementos de poder, el comportamiento de los individuos, los grados de libertad del individuo respecto al entorno, la gestión de los riesgos más importantes de nuestra sociedad, la posibilidad de agredir o defender las grandes infraestructuras de los países son algunos de los ejemplos que se consideran en este punto final donde se establecen posibles relaciones entre los conceptos tecnológicos y científicos vistos y acciones concretas. Las grandes organizaciones mundiales como la NSA se describen de forma somera».

¿Cómo se ligarían los conceptos mencionados de forma expresa con las transformaciones que la geopolítica está teniendo en la actualidad?

El primer punto a destacar está relacionado con el adjetivo «líquida» que se ha dado en el título de este estudio. No se podría encontrar una deno-

minación más acertada desde el punto de vista de las redes. Los cambios rápidos y la adaptabilidad de los fenómenos, la carencia de fronteras o límites fijos, la invisibilidad o transparencia de muchos de los fenómenos si no se tienen los medios de análisis adecuados, la rápida difusión de las acciones y de sus implicaciones, haciendo que el entorno sea sumamente permeable hacen de la imagen líquida la mejor referencia para comprender el alcance y la difusión de los fenómenos sociales, económicos, políticos, militares, terroristas y de privacidad.

El concepto de poder cambia por la existencia de un mundo interconectado.

Según la versión en castellano de *Wikipedia*, desde el punto de vista sociológico el término «poder», como sinónimo de fuerza, capacidad, energía o dominio, puede referirse a la capacidad de hacer o ser algo; el ejercer un dominio hegemónico sobre uno y/o grupos de personas; la habilidad de influir sobre uno y/o grupos de personas; indicar la autoridad suprema reconocida en una sociedad.

Gran parte de la actividad de nuestra sociedad ya no se realiza de una forma física sino digital a través de personas que se comunican entre sí o computadores que gestionan entre ellos procesos. Es por eso por lo que la capacidad de influencia en personas o grupos de personas cambia de reglas, así como el acceso a los activos físicos de las diferentes comunidades cuyo control tiene un elevadísimo nivel de relación con lo digital y con las redes. Hay un mundo invisible de relaciones causas y efectos, flujo de información en definitiva, paralelo al mundo real y en la actualidad hay medios de visualizar ese mundo que sigue unas leyes naturales que se han empezado a modelar.

Si repasamos algunos de los riesgos que nuestra sociedad tiene en 2015, según el *World Economic Forum* y en concreto los asociados a las infraestructuras tecnológicas, nos encontramos con cuatro dentro de los veinticinco primeros:

1. Interrupción de redes e infraestructuras de información críticas.
2. «Ciberataques» a gran escala.
3. Incidente masivo de fraudes o robo de información digital.
4. Uso masivo y extendido de tecnologías punteras (impresión 3D, inteligencia artificial, geingeniería, biología sintética, etcétera).

Pero no son estos riesgos tecnológicos los únicos relacionados con las redes. Si nos fijamos en otros riesgos identificados, como pueden ser una profunda inestabilidad social o el fallo en la gobernanza nacional, estos riesgos tienen una carga fuerte de percepción social que influyen en su magnitud y por lo tanto la evolución de la misma siguiendo las leyes naturales de las mismas son claves para superar los umbrales previos a que se produzca una crisis. Analicemos este aspecto con un poco más de atención:

Un caso concreto

Veamos a modo de ejemplo imaginario qué efecto podría tener en unas elecciones políticas el uso de las tecnologías nacidas alrededor de la Ciencia de las Redes. Antes de nada recordemos a efectos prácticos cómo evoluciona una red natural y las propiedades que más nos interesan para este supuesto.

La primera consideración es que una red natural, crece tanto en cuanto haya «hipercomunicación» entre sus elementos. Internet tiene el mismo efecto que el agua en el proceso de síntesis de la vida. Si hay agua en Marte hay posibilidades de que exista la vida. Si hay «hipercomunicación» en una red, esa red empieza a tener las características de un ser vivo con las seis propiedades que se citan en el gráfico de la Figura 38.

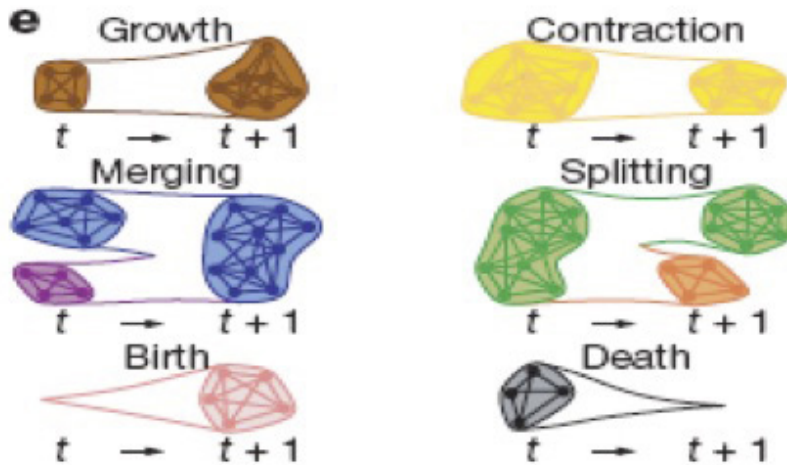


Figura 38. Google Search.

Una red nace, crece, se multiplica, muere...

En el supuesto imaginario de un proceso electoral, lo primero que hay que considerar es que a estas alturas, en los países desarrollados, el acceso a Internet y a sus diferentes aplicaciones es una realidad y por lo tanto el conjunto de votantes ha de considerarse como una red de evolución natural con todas las características de las mismas.

La segunda consideración es que las redes naturales evolucionan formando agrupaciones. Esto parece evidente porque todos sabemos que el espacio electoral está segmentado en personas que tienen preferencias políticas diversas pero en una red natural el fenómeno va más allá y dichas agrupaciones tienen unos mecanismos físicos diferentes. Las agrupaciones o clústeres que aparecen en las redes se forman en función de la información que comparten sus elementos que es diferente a la infor-

mación que dicho clúster comparte con el exterior. El contacto con el exterior se realiza a través de los denominados *weak links* o enlaces débiles. En la figura que sigue a continuación se pueden ver tres clústeres con gran comunicación entre sus nodos representada por los enlaces y una serie de enlaces débiles que enlazan los diferentes clústeres y que son clave en la evolución de la red. Es decir, podemos tener una aproximación tradicional estadística y sociológica para comprender el movimiento y las intenciones de una masa electoral y también podemos tener una aproximación complementaria desde el punto de vista de redes donde veremos imágenes del tipo mostrado en la Figura 39:

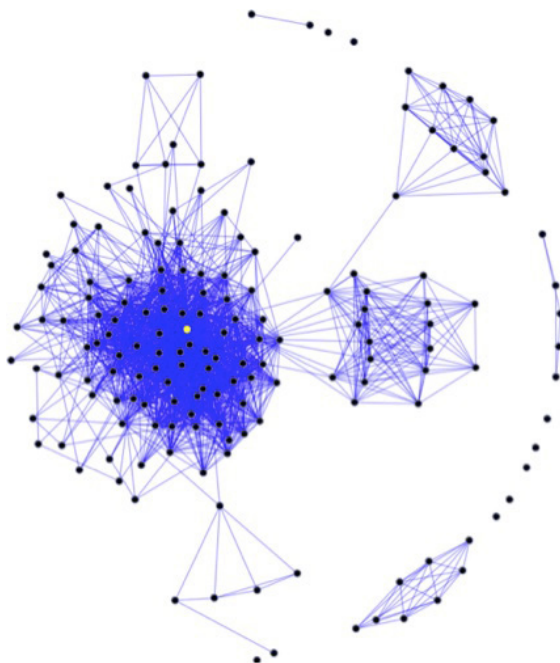


Figura 39

La utilidad de conocer estos clústeres es que la respuesta de los mismos es homogénea respecto a un estímulo externo a través de los enlaces débiles que les unen con el exterior. Estos clústeres de votantes tienen otras redes asociadas donde los nodos en lugar de votantes que son ideas que a su vez están agrupadas en clústeres y siguen los comportamientos y leyes de las redes. Con estas dos redes uno puede saber cómo dirigirse a los individuos de la red de una forma cruzada en términos de personas y de ideas, así como los mecanismos de transmisión de las mismas a través de los *weak links* que son el mecanismo para producir una evolución o cambio en la red. Es decir, se podría cambiar la composición de los clústeres y por lo tanto influir potencialmente en el estado de opinión de los votantes.

El tercer punto a tener en cuenta es el de los umbrales de comunicación. Llegado a un nivel concreto de hipercomunicación en un clúster y además para una serie de elementos de información determinados, se produce un cambio súbito de fase en cuanto a la opinión sobre esa información. Se trata de un proceso asociado a la lucha contra la complejidad que cualquier organismo tiene, que introduce una serie de simplificaciones en base a la información que le llega de su clúster o entorno cercano. Esto da lugar a que el clúster de repente tome una postura u opinión común respecto a una información exterior al clúster. Es decir el cambio de la composición de las agrupaciones se produce de forma acelerada llegando a determinados niveles de hipercomunicación dentro de los clústeres.

El cuarto punto es el de la velocidad de difusión de la información en una red, así como la identificación de los nodos origen más importantes para producir una difusión más rápida a través de unos parámetros denominados de «centralidad» que permiten cuantificar el impacto que nodos o grupos de nodos tienen sobre el resto de la red. Es decir el esfuerzo para producir el cambio en la red se puede hacer con un esfuerzo inicial reducido y con una modulación de la velocidad y alcance.

Resumiendo, supongamos que en unas elecciones, yo identifico a través de la información pública de redes sociales, *Facebook*, *Twitter*, blogs, etcétera... unos clústeres de votantes que se comunican, a su vez identifico las redes de ideas asociadas. Luego veo las conexiones de enlaces débiles con otros grupos, identifico el máximo alcance de difusión de esos clústeres, identifico a su vez en las redes de conceptos la conexión con otras redes de conceptos en otros grupos y construyo a través de determinados puntos de alta centralidad de red un mensaje. Tendría la posibilidad así de acelerar un proceso latente con técnicas muy nuevas fuera de los procedimientos electorales estadísticos tradicionales.

Aunque el elector piense que es libre en su decisión de voto, si está hiperconectado con un grupo su decisión está predefinida por la evolución de dicho grupo, ya que la realidad que percibe el individuo es la ofrecida por la red que le rodea aunque él piense que no.

Es decir, quien tiene acceso a las nuevas tecnologías de red puede competir en un proceso electoral con un tipo de herramientas de nueva generación definitivas en cuanto a una posible influencia en los resultados.

Todo esto nos lleva a un hecho sociológico muy profundo: la persona no es necesariamente más libre en un entorno en el que disponga de gran cantidad de información y relaciones. La persona puede llegar a conclusiones pensando que dispone de todos los elementos de crite-

rio, pero en realidad en su intento de simplificar la complejidad de la información a la que está expuesto en realidad realiza simplificaciones que no las hace él sino su red cercana.

La anticipación como necesidad operativa

Una de las características de la nueva complejidad es la rapidez a la que se propaga la información en las redes asociadas haciendo que las distancias entre sus elementos sean muy pequeñas de hecho. Es por eso que los intervalos de reacción ante cambios de estado se reducen de una forma significativa. Hemos visto cómo las caídas en bolsa, los estados de opinión o la propagación de epidemias, por citar algunos ejemplos, tienen en la actualidad una complejidad añadida que es a la velocidad a la que se producen y el alcance que tienen.

Es fundamental, por lo tanto, la anticipación a estos cambios súbitos. Esta anticipación se puede conseguir usando las tecnologías combinadas de *Big Data Analytics* que hemos venido comentando. La característica fundamental de este análisis es la velocidad a la que se produce y el tipo de sucesos que permite identificar. Esto es lo que permite tener un tiempo de preparación mayor ante acontecimientos que se avecinan.

La nueva «Guerra Fría» en la red. La Agencia de Seguridad Nacional y sus equivalentes en Rusia y China. Multipolaridad

El concepto de destrucción mutua asegurada que ha estado presente en nuestras vidas desde que comenzó la Guerra Fría tiene en el ciberespacio un equivalente asociado a la capacidad de un país u organización de parar los sistemas de información y comunicación de forma remota o robar información crítica. Mientras que en el período álgido de la Guerra Fría era normal ver incursiones aéreas muy cerca de las fronteras tanto de Estados Unidos como de la Unión Soviética, así como un proceso sistemático de espionaje a través de satélites y aviones espía, en la actualidad es posible ver también a las diferentes superpotencias manteniendo una actividad de espionaje y de cálculo de respuesta a un ataque en Internet.

A través del servicio que ofrece Akamai, uno de las principales redes de distribución de contenidos en Internet, <http://www.nui.akamai.com/gnet/globe/index.html> se puede ver en un momento dado el número de ataques que está sufriendo Internet en diferentes lugares del mundo con un pico destacado en el Silicon Valley y en Pekín, que son dos nodos importantes de flujo de tráfico en Internet (Figuras 40 y 41).

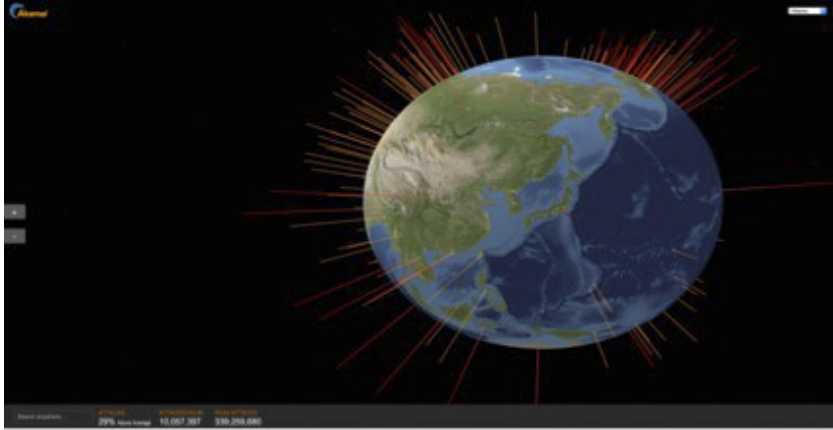


Figura 40. Imagen de la APP Akamai.

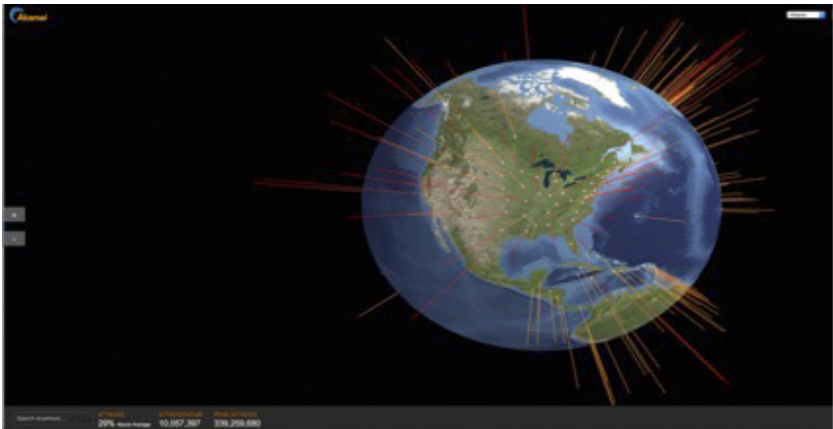


Figura 41. Imagen de la App Akamai.

La NSA (National Security Agency)

Nada mejor para dar una idea de la magnitud de estos centros es el hecho de que el cuartel general de la NSA en Maryland, Fort Meade, es el primer consumidor del Estado de energía eléctrica (Figuras 42 y 43). La NSA, Agencia de Seguridad Nacional de Estados Unidos, se encarga de todo lo relacionado con la seguridad de la información.

Todas las tecnologías descritas son usadas en sus formas más avanzadas por la NSA y otras organizaciones equivalentes en Rusia, China o el Estado Islámico. Sus centros de computación siguen una estructura física equivalente a la Nube, distribuida, destacando en el caso de la NSA en centro que tiene en UTAH.



Figura 42. Google search. Instalaciones de la NSA en Maryland (Fort Meade).
Fuente: Wikimedia commons.



Figura 43. Google search. Instalaciones de la NSA en Maryland (Fort Meade).

Estas instalaciones suponen en la actualidad el centro más grande de capacidad de cálculo de la Nube mundial (Figura 44) con instalaciones de supercomputación únicas en el mundo con elementos como el supercomputador de proceso paralelo masivo *XC30 Cray*, capaz de hacer más de 100.000 trillones de instrucciones por segundo que supone el estado del arte en la actualidad y cuyo objetivo es tener la capacidad de descifrar códigos de 256 bits. Dicho computador se ha desarrollado conjuntamente con DARPA.



Figura 44. (centro de la NSA en UTAH). Fuente: WEB NSA.

La capacidad de obtención, almacenamiento y análisis de la NSA de información se basa en el siguiente modelo (Figura 45):

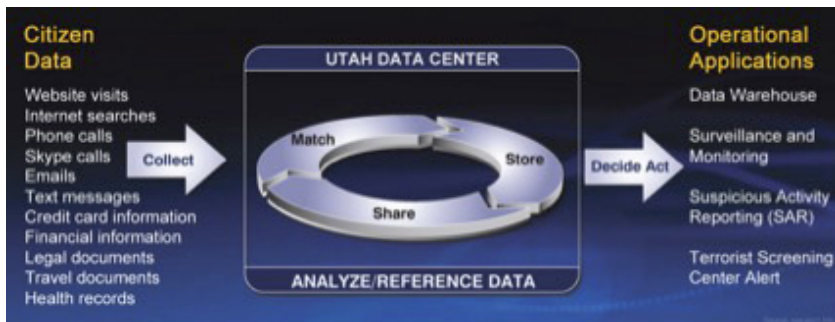


Figura 45. Modelo de datos de NSA (NSA web site).

A su vez, la obtención de datos se realiza a través de las instalaciones de los grandes operadores de telecomunicaciones, de la Nube y de aplicaciones del *WWW* como Microsoft, Google, Yahoo, Facebook, YouTube, Skype, PaTalk, AOL o Apple de los que se obtiene información de *e-mail*, *chat*, voz y video, videos, fotos, información almacenada, Voz sobre *IP*, transferencias de ficheros, video conferencia, notificaciones de actividad como *login*. Detalles de la actividad en redes sociales... La información de las llamadas telefónicas, qué llamadas se hacen y se reciben, con quién se habla, desde dónde y cuándo se habla, la duración de las llamadas y el tipo de dispositivo que se está usando para la comunicación son parte de los datos que se obtienen, no así el contenido de las conversaciones, que solo se registran en caso de existir una orden judicial.

FAPSI

La Federal Agency of Government Communications and Information (FAPSI), es el equivalente en Rusia de la NSA de Estados Unidos (Figura 46). Entre sus competencias se encuentran:

- Comunicaciones especiales (incluyendo las comunicaciones del Gobierno).
- Seguridad criptográfica.
- Obtención de información de inteligencia.



Figura 46. Fuente: Google Search Internet.

3PLA

Es la versión China de la NSA (Figuras 47 y 48). Cuenta con más de 100.000 personas trabajando. Son *hackers*, lingüistas, analistas de información e investigadores y especialistas de universidades repartidos en



Figura 47. Fuente: Google Search Internet.



Figura 48. Fuente: Google search Internet.

doce centros de inteligencia militar. Su principal actividad se centra en monitorizar la información de Estados Unidos en Internet.

El poder en términos de red

Con lo expuesto, se comprende que es difícil tener poder en el actual mundo conectado en red si no se tienen tecnologías para obtener información de la complejidad de las interacciones de personas, organizaciones y máquinas. El tener acceso a dicha información significa poder anticiparse a los acontecimientos y a los fenómenos que se producen en las redes que subyacen dentro del complejo mundo actual. El concepto tradicional de país o frontera se desvanece por el de personas u organizaciones que experimentan empatía alrededor de una interacción intensa a través de las diferentes formas de comunicación en Internet.

La formalización del poder se realiza a través del conocimiento de las propiedades de las redes que siguen una evolución natural y su impacto en la evolución de las mismas. Hay una serie de fenómenos que se producen en las redes que son equivalentes a los de los seres vivos. Las redes nacen, crecen, se unen, se separan, se contraen o mueren. Asimismo, las redes tienen una serie de propiedades únicas como se ha expuesto con anterioridad.

Hagamos un repaso final rápido por cada una de ellas pero con ejemplos de las implicaciones políticas y sociales que pueden tener:

a) Cristalización de actitudes y estados de opinión

En las redes se producen cambios súbitos y sincronizados de estados de opinión. En las redes se pueden identificar con anterioridad cuándo se van a producir cambios súbitos. Sirva como ejemplo el proceso de abandono de una compañía a otra en el sector de las telecomunicaciones que hemos visto con anterioridad y que se puede identificar con antelación analizando las redes asociadas a los individuos que toman la decisión de cambiar de operador (*churn*).

Es de destacar en este aspecto el llamado: «Estado de opinión superficial» presente en muchas redes de evolución natural.

Es una de las características de los estados de opinión de los clústeres de redes hipercomunicados. Son superficiales basados en un proceso rápido de exposición de los individuos a la información del resto del grupo y a un proceso de aceptación basado en la percepción de la aceptación simultánea por parte del entorno cercano dentro del clúster. Este proceso es rápido y se basa en el concepto de reputación colectiva que consiste en creer que las aceptaciones de puntos cercanos de la red son independientes cuando en realidad están realimentadas en espacios de tiempo muy cortos y unas provienen de otras aunque formalmente no lo parezcan.

Normalmente el posicionamiento ante un hecho se produce por una combinación de información sobre ese hecho asociado a un estado de opinión de otras personas de referencia sobre el mismo. Si el entorno no está hipercomunicado los tiempos asociados a entender el hecho y el tiempo de exposición a las críticas independientes del mismo es mayor, siendo la opinión generada el resultado del conocimiento y valores de referencia del grupo con tiempo incluso para la inclusión de información de fuentes lejanas al grupo.

Cuando este proceso se produce de forma rápida en un red social, el criterio es por opiniones del entorno con un tiempo menor para valorar el hecho en sí en base a criterios de valores y de otras posiciones asentadas, dando lugar a tomas de posición superficiales, llamadas así porque son efímeras y cambiantes ya que no se basan en elementos de conocimiento estables o estados de la red fuera de transitorios.

Este proceso hace que la opinión pública adquiera una nueva forma de inestabilidad y fugacidad en el tiempo, mucho más si los niveles culturales de las personas son limitados o su juventud hace que no tengan la experiencia y el peso asociado al conocimiento que da el paso del tiempo.

b) Difusión de información

En las redes la velocidad de difusión se puede cambiar en base a la combinación de tres perfiles de comportamiento en la red, así como a través

de la identificación de los parámetros de centralidad de una red. Se puede acelerar o retrasar dramáticamente la difusión de la información en función de estos parámetros. ¿De qué magnitudes estamos hablando? ¿En qué medida se cambia el alcance y la velocidad en la difusión de una información? En la Figura 49 donde se ve el alcance en cinco días de una difusión basada en una selección inicial de 5.000 personas de forma aleatoria o 5.000 elegidas con parámetros de centralidad de red elevados. Las manchas de color son los miles de personas a los que llegó en un caso y en otro la difusión de la información. En cinco días el alcance fue de varios millones de personas en el caso que se muestra.

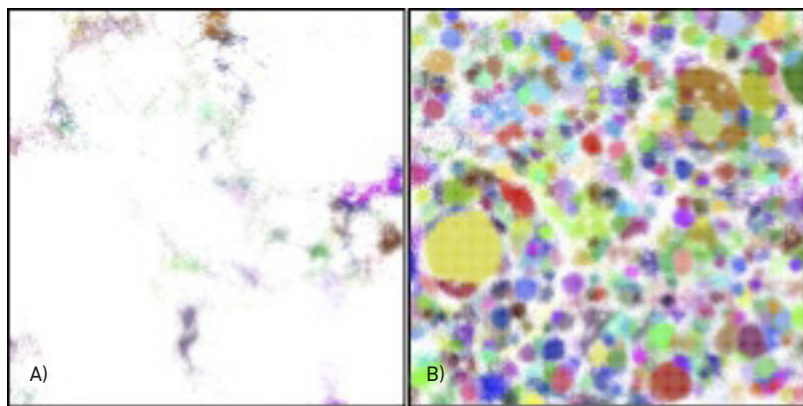


Figura 49. Difusión de información (cortesía Barabasilab).

A) Alcance a partir de una muestra inicial aleatoria.
B) Alcance a partir de una muestra con parámetros de centralidad de red elevados.

c) Destrucción y defensa de redes

En las redes se puede conseguir una destrucción de la misma con ataques definidos sobre los *hubs* o puntos con gran número de conexiones. Como hemos comentado, las redes naturales son resistentes y débiles al mismo tiempo, dependiendo del tipo de ataque al que se vean sometidas. Los ataques aleatorios casi no las afectan pero los orquestados sí.

Si el ataque es aleatorio o el ataque es dirigido hacia los *hubs* principales de la red, el resultado resulta dramáticamente diferente cómo se puede observar en la Figura 50, donde se muestra el estado de la red ante 3, 9 y 12 nodos perdidos.

d) Caracterización de líderes de opinión en emergencia

En las redes se pueden descubrir los líderes de opinión antes de que aparezcan y sean evidentes. Estos líderes de opinión son claves en la posterior evolución de la red y por lo tanto suponen uno de los activos clave para el

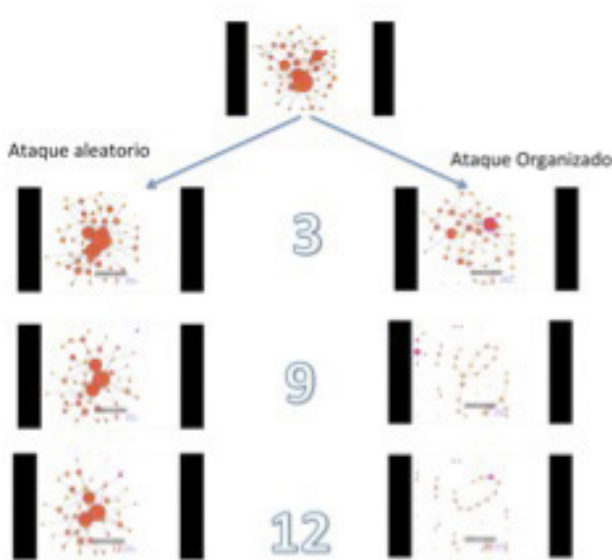


Figura 50. Cortesía de Barabasilab.

control de las redes y su posterior evolución. En la Figura 51 se pueden ver en azul estos líderes de opinión en un entorno médico que aparecen en la red, pero no son reconocidos todavía de forma oficial y sin embargo son claves para sobrepasar los umbrales de los cambios de opinión.

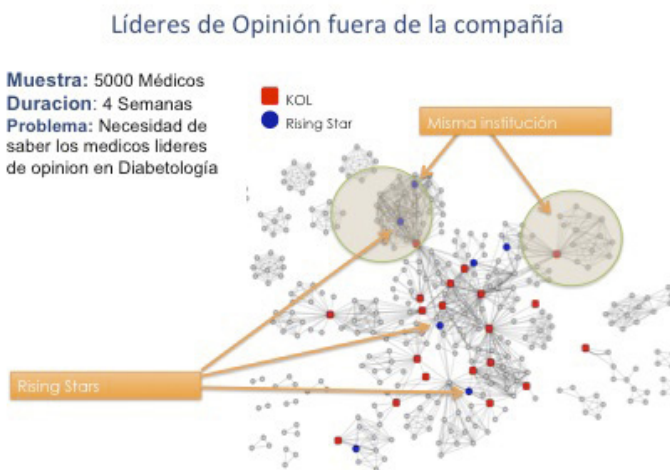


Figura 51. Cortesía de Maven7.

e) Sincronías anómalas

La visualización de una red adopta múltiples formas. Podemos hablar de votantes como en el ejemplo previo, pero también podemos hacer las redes de las ideas que tienen esos votantes, así como podemos hacer redes que unen dos puntos si sus acciones se producen al mismo tiempo o de una forma cercana en el tiempo. Existe, por lo tanto, una forma de medir la sincronía desde el punto de vista de redes y esta característica ha permitido una dimensión de análisis muy potente ya que las correlaciones temporales muchas veces pasan desapercibidas a no ser que se visualicen en forma de red con las herramientas de esta disciplina. La identificación de sincronías anómalas que se visualizan como clústeres es de gran utilidad en las aplicaciones de «Ciencia de las Redes» en el área de ciberseguridad.

f) Proceso de desafección

Un clúster en una red puede desaparecer gradualmente cuando sus miembros pasan a formar parte de otras redes. El proceso de abandono está caracterizado y modelado en la Ciencia de las Redes permitiendo anticipar este proceso.

g) Reality Engines/Smart Dust. Control intensivo del entorno físico

No solo hablamos de redes entre personas sino que también las redes pueden ser de ordenadores o dispositivos/sensores que colaboran entre sí. De hecho, una de las áreas que está transformando todo el entorno de *Big Data* es el «Internet de las Cosas» formado por redes de sensores y de ordenadores. De hecho la evolución de la tecnología de radiofrecuencia en las bandas de UHF de los últimos años, donde se puede tener un alcance desde milímetros a decenas de metros, lecturas entre 200 y 1.200 *tags* por segundo, una fiabilidad cercana al 100 por ciento y unos precios cercanos a los 5 céntimos de dólar por sensor, hacen que la aparición de este nuevo tipo de redes prolifere y sea un elemento fundamental para el control y la gestión de nuestra sociedad actual.

h) Deep Inspection Analysis: la detección definitiva de los eventos en Internet

Otro ejemplo interesante de grandes redes es el de los eventos en Internet, considerando «evento» cualquier transacción o contenido existente en un momento determinado en Internet. Uno de los grandes retos pendientes alrededor del modelo de Internet es la creación de un nuevo modelo en el que las grandes empresas proveedoras de contenidos y servicios paguen también por el uso de la infraestructura de comunicaciones que se utiliza. Existen tecnologías en la actualidad denominadas en su

conjunto *Deep Inspection Analysis*, que pueden aumentar en órdenes de magnitud la cantidad de datos existentes en la actualidad. Esta disciplina sería el equivalente a analizar, conocer y gestionar el genoma humano por poner un ejemplo equivalente de magnitud de datos.

Este tipo de tecnología en su forma más avanzada es la usada por organismos como la NSA para obtener datos de los grandes flujos de tráfico de Internet en la red.

i) Una nueva escala en Big Data. El gran proyecto de extensión de la Nube a la mitad de la población mundial no conectada. La llave de la riqueza y pobreza

Más de la mitad de la población en el mundo no está conectada a Internet. Recientemente es significativo el aumento del tráfico en Internet dato que no sorprende a nadie, pero lo que sí es más significativo es que el número de usuarios nuevos no ha crecido. Más de la mitad de la población del mundo no tiene acceso a Internet. La brecha entre ricos y pobres es uno de los aspectos más peligrosos en la estabilidad a medio plazo de nuestra sociedad. Internet es clave para poder acceder a la riqueza en el siglo XXI. Es por eso por lo que organizaciones como Facebook o Google, cuyo modelo de negocio aumenta por cada nueva persona que esté en Internet independientemente de lo que haga, están lanzando una serie de tecnologías disruptivas de telecomunicaciones a través de aviones no tripulados a gran altura que hagan las veces de repetidores para llevar Internet a cualquier geografía de forma simple y barata.

Esto implicará la incorporación en la próxima década de miles de millones de personas nuevas a Internet incrementando el tamaño del *Big Data* mundial y haciendo que sea necesario el uso de herramientas para la comprensión de estos datos como las que hemos visto.

La gobernanza de Internet y la extensión a toda la población mundial

La naturaleza de Internet es distribuida. Ninguna persona, compañía, Gobierno u organización la gobiernan por sí solos. La gobernanza de Internet es un tema especialmente importante, no solo desde el punto de vista técnico que garantice el correcto funcionamiento y evolución de la red con la interconexión adecuada entre las diferentes redes y elementos que la componen, sino también aspectos relacionados con la seguridad y el «cibercrimen», la posibilidad de que toda la población mundial acceda a la red y que no haya privilegios o limitaciones al acceso a cualquier servicio o contenido, la privacidad o la libertad de expresión. Por otro lado, los modelos de negocio que garanticen un retorno a la inversión en las grandes infraestructuras de telecomunicaciones son clave.

La responsabilidad técnica de Internet está repartida entre diversos organismos.

Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)

Es la encargada de la asignación de los nombres de dominios, direcciones IP y puertos para aplicaciones dentro de los protocolos de transporte entre otros parámetros de importancia para el funcionamiento de la red. Aunque este organismo, que tiene la llave para conseguir que la red sea accesible sin conflictos de direcciones, está gobernado por un comité de dirección internacional técnico, de negocio, regulatorio, científico etcétera, surge el problema de que la decisión final de cualquier aprobación la tiene la National Telecommunications and Information Administration (NTIA) que depende del Departamento de Estado de los Estados Unidos. Este control sobre el sistema global de dominios de Internet, DNS hace que esta organización tenga de hecho una situación de control privilegiada sobre Internet.

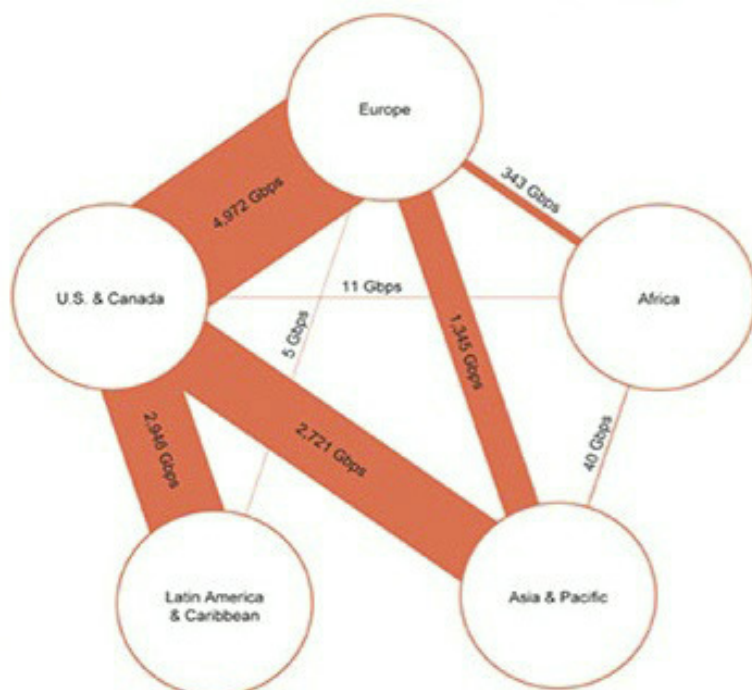
Otros organismos asociados a la gobernanza actual de Internet son:

- Internet Engineering Task Force (IETF).
- World Wide Web Consortium (W3C).
- Regional Internet Registries (RIRs).
- Root Servers Operators.

Es importante comprender que el tráfico mundial de Internet pasa en gran medida por Estados Unidos (Figura 52). También que a través de las tecnologías de Deep Packet Inspection es posible revisar el flujo de información en los grandes nodos de tráfico de Internet. También es importante conocer que la red es configurable y que desde hace años existen tecnologías que pueden reconfigurar de forma instantánea dicha red global si se tiene acceso a los principales nodos de la misma. Esto quiere decir que independientemente de las características distribuidas de Internet, la tecnología punta de computación puede controlar los flujos de información de Internet, existiendo en la actualidad de hecho una carrera tecnológica en este aspecto como en los años de la Guerra Fría en el área aeroespacial, de radar y contramedidas electrónicas y nucleares.

Una consideración final

Todo lo expuesto sirve para comprender que el mundo ya no es lo que vemos con nuestros sentidos. La película *Matrix* nos mostró hace años esta idea llevada al extremo, pero no cabe duda que hemos iniciado en los últimos años un camino en este sentido en nuestra civilización. Las mismas tecnologías que han facilitado el comienzo de esta transformación son las que proporcionan también la forma de ver la nueva realidad. Una realidad compleja y multidimensional donde las acciones y reacciones dejan de ser



International Internet Regional Bandwidth Capacity in 2011

Source: Telegeography Research

Figura 52. Distribución del tráfico de Internet en el mundo en 2011.

lineales y han de adaptarse a las nuevas formas, igual que el agua abraza en un objeto sumergido todas y cada una de las partes de su superficie.

Es significativa la evolución de agencias como la NSA o sus equivalentes en Rusia o China, consideradas como elemento clave para la política y defensa de estos países. Es muy significativa la definición de la misión de la NSA y en particular su afirmación final de que su objetivo es tener una ventaja en las decisiones de la nación y sus aliados en cualquier circunstancia:

«The National Security Agency/Central Security Service (NSA/CSS) leads the U.S. Government in cryptology that encompasses both Signals Intelligence (SIGINT) and Information Assurance (IA) products and services, and enables Computer Network Operations (CNO) in order to gain a decision advantage for the Nation and our allies under all circumstances».

En el siglo XX, la tecnología nuclear, la aeroespacial, la evolución de la electrónica y los primeros pasos de la computación han sido clave en la configuración geopolítica y en el poder. En este siglo, las tecnologías de *Big Data*, redes, el *Cloud Computing*... son los nuevos protagonistas de la geopolítica líquida del siglo XXI.

Bibliografía

- Linked: How Everything Is Connected to Everything Else and What It Means
Albert-Laszlo Barabasi
- Bursts: The Hidden Patterns Behind Everything We Do, from Your E-mail to Bloody Crusades [Bargain Price] [Paperback]
Albert-Laszlo Barabasi
- Networks: An Introduction [Hardcover]
Mark Newman
- Six Degrees: The Science of a Connected Age (Open Market Edition) [Paperback]
Duncan J. Watts
- The Structure and Dynamics of Networks: (Princeton Studies in Complexity) [Paperback]
Mark Newman (Author), Albert-László Barabási (Author), Duncan J. Watts
- Network Science [Paperback]
Committee on Network Science for Future Army Applications (Author), National Research Council
- Connected: The Surprising Power of Our Social Networks and How They Shape Our Lives — How Your Friends' Friends' Friends Affect Everything You Feel, Think, and Do [Paperback]
Nicholas A. Christakis
- Barabasilab
<http://www.barabasilab.com>
- Maven7
<http://www.maven7.com>
- Next International Business School
<http://www.nextibs.com>
- National Security Agency NSA
<https://www.nsa.gov/>
- Reputation.com
<http://www.reputation.com/>
- SkyhighNetworks.com
<https://www.skyhighnetworks.com/>
- Bouju.com
<http://bouju.com/>
- Popin.com
<http://www.popinnow.com/>

Composición del grupo de trabajo

Presidente:

D. Antonio de Oyarzabal
Embajador de España (Rdo.)

Vocales:

D. Eduardo Olier
Presidente del Instituto Choiseul España

D. Ángel Tafalla, almirante (Rdo)

Dña. Lara Lázaro
Profesora de Teoría Económica del Centro de Estudios Superiores Cardenal Cisneros, adscrito a la Universidad Complutense de Madrid

D. Ignacio Azqueta Ortiz
Teniente general del Ejército del Aire
Director General del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

D. Alberto Calero
Presidente de A&J Calero Engineering y miembro del consejo de varias compañías tecnológicas internacionales

D. Rafael Cabarcos
Presidente ejecutivo del Instituto Internacional de Diplomacia Corporativa (IIDC)
Secretario:

Composición del grupo de trabajo

Secretario:

D. Aurelio Matos

Capitán de Navío de la Armada

Jefe del Departamento Específico de la Armada de la
Escuela Superior de las Fuerzas Armadas

Relación de Monografías del CESEDEN

1. Clausewitz y su entorno intelectual. Kant, Guibert, Fichte, Moltke, Schlieffen, Lenin
2. Las Conversaciones de Desarme Convencional (CFE)
3. Disuasión convencional y conducción de conflictos: el caso de Israel y Siria en el Líbano
4. Cinco sociólogos de interés militar
5. Primeras Jornadas de Defensa Nacional
6. Prospectiva sobre cambios políticos en la antigua URSS. Escuela de Estados Mayores Conjuntos. XXIV Curso 91/92
7. Cuatro aspectos de la defensa nacional. (Una visión universitaria)
8. Segundas Jornadas de Defensa Nacional
9. IX y X Jornadas CESEDEN-IDN de Lisboa
10. XI y XII Jornadas CESEDEN-IDN de Lisboa
11. Anthology of the essays
12. XIII Jornadas CESEDEN-IDN de Portugal. La seguridad de la Europa Central y la Alianza Atlántica
13. Terceras Jornadas de Defensa Nacional
14. II Jornadas de Historia Militar. La presencia militar española en Cuba (1868-1895)

Relación de Monografías del CESEDEN

15. La crisis de los Balcanes
16. La Política Europea de Seguridad Común (PESC) y la Defensa
17. Second anthology of the essays
18. Las misiones de paz de la ONU
19. III Jornadas de Historia Militar. Melilla en la historia militar española
20. Cuartas Jornadas de Defensa Nacional
21. La Conferencia Intergubernamental y de la Seguridad Común Europea
22. IV Jornadas de Historia Militar. El Ejército y la Armada de Felipe II, ante el IV centenario de su muerte
23. Quintas Jornadas de Defensa Nacional
24. Altos estudios militares ante las nuevas misiones para las Fuerzas Armadas
25. Utilización de la estructura del transporte para facilitar el cumplimiento de las misiones de las Fuerzas Armadas
26. Valoración estratégica del estrecho de Gibraltar
27. La convergencia de intereses de seguridad y defensa entre las Comunidades Europeas y Atlánticas
28. Europa y el Mediterráneo en el umbral del siglo XXI
29. I Congreso Internacional de Historia Militar. El Ejército y la Armada en 1898: Cuba, Puerto Rico y Filipinas
30. Un estudio sobre el futuro de la no-proliferación
31. El islam: presente y futuro
32. Comunidad Iberoamericana en el ámbito de la Defensa
33. La Unión Europea Occidental tras Ámsterdam y Madrid
34. Iberoamérica, un reto para España y la Unión Europea en la próxima década
35. La seguridad en el Mediterráneo. Coloquios C-4/1999
36. Marco normativo en que se desarrollan las operaciones militares
37. Aproximación estratégica española a la última frontera: la Antártida
38. Modelo de seguridad y defensa en Europa en el próximo siglo
39. V Jornadas de Historia Militar. La aviación en la guerra española
40. Retos a la seguridad en el cambio de siglo. (Armas, migraciones y comunicaciones)
41. La convivencia en el Mediterráneo Occidental en el siglo XXI
42. La seguridad en el Mediterráneo. Coloquios C-4/2000
43. Rusia: conflictos y perspectivas

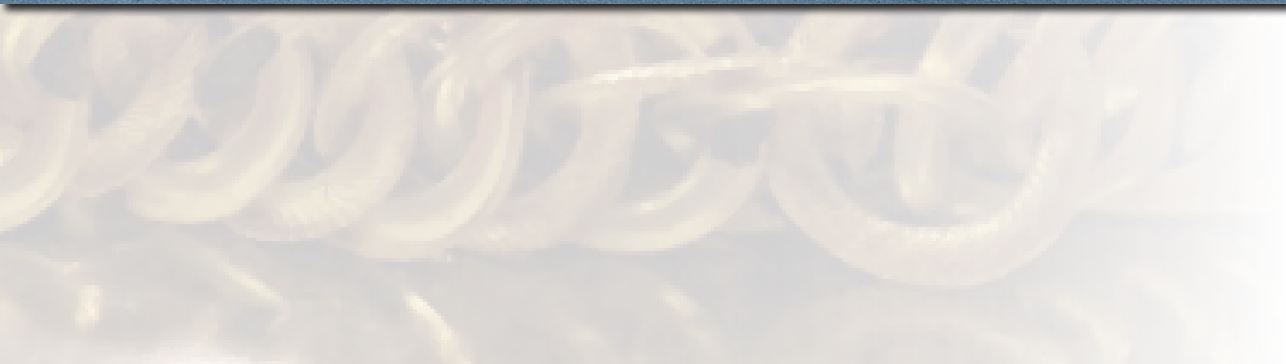
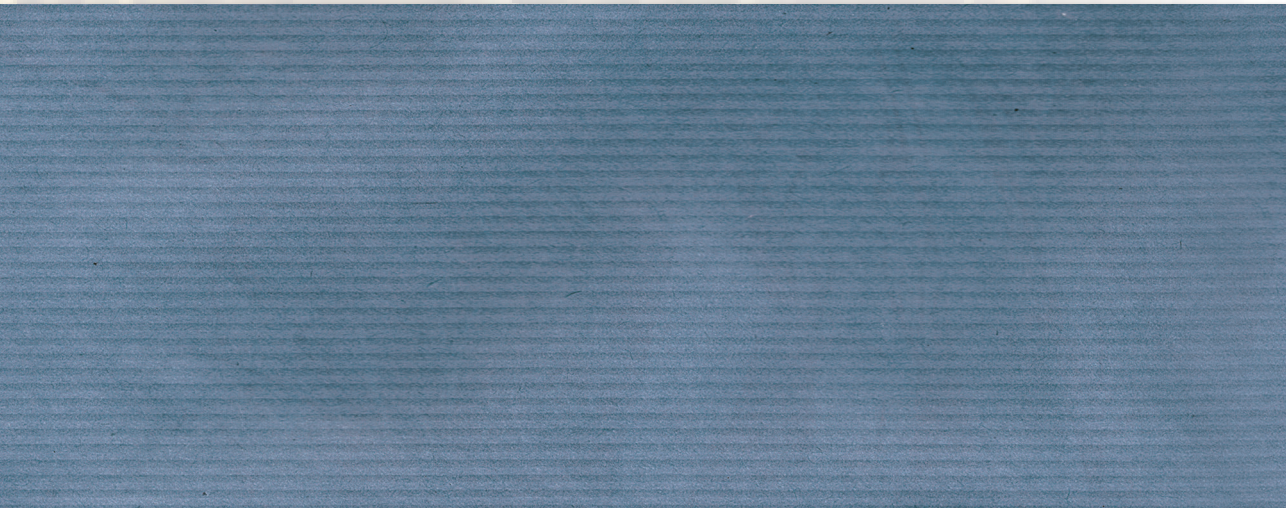
44. Medidas de confianza para la convivencia en el Mediterráneo Occidental
45. La cooperación Fuerzas de Seguridad-Fuerzas Armadas frente a los riesgos emergentes
46. La ética en las nuevas misiones de las Fuerzas Armadas
47. VI Jornadas de Historia Militar. Operaciones anfibias de Gallípoli a las Malvinas
48. La Unión Europea: logros y desafíos
49. La seguridad en el Mediterráneo. Coloquios C-4/2001
50. Un nuevo concepto de la defensa para el siglo XXI
51. Influencia rusa en su entorno geopolítico
52. Inmigración y seguridad en el Mediterráneo: el caso español
53. Cooperación con Iberoamérica en el ámbito militar
54. Retos a la consolidación de la Unión Europea
55. Revisión de la Defensa Nacional
56. Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) en la Seguridad y la Defensa
57. VII Jornadas de Historia Militar. De la Paz de París a Trafalgar (1763-1805). Génesis de la España contemporánea
58. La seguridad en el Mediterráneo. Coloquios C-4/2002
59. El Mediterráneo: Proceso de Barcelona y su entorno después del 11 de septiembre
60. La industria de defensa: el desfase tecnológico entre la Unión Europea y Estados Unidos de América
61. La seguridad europea y las incertidumbres del 11 de septiembre
62. Medio ambiente y Defensa
63. Pensamiento y pensadores militares iberoamericanos del siglo XX y su influencia en la Comunidad Iberoamericana
64. Estudio preliminar de la operación: Libertad para Irak
65. Adecuación de la defensa a los últimos retos
66. VIII Jornadas de Historia Militar. De la Paz de París a Trafalgar (1763-1805). La organización de la defensa de la Monarquía
67. Fundamentos de la estrategia para el siglo XXI
68. Las fronteras del mundo iberoamericano
69. Occidente y el Mediterráneo: una nueva visión para una nueva época
70. IX Jornadas de Historia Militar. De la Paz de París a Trafalgar (1763-1805). Las bases de la potencia hispana
71. Un concepto estratégico para la Unión Europea

Relación de Monografías del CESEDEN

72. El vínculo transatlántico
73. Aproximación a las cuestiones de seguridad en el continente americano
74. Defensa y Sociedad Civil
75. Las organizaciones internacionales y la lucha contra el terrorismo
76. El esfuerzo de defensa. Racionalización y optimización
77. El vínculo transatlántico en la guerra de Irak
78. Mujer, Fuerzas Armadas y conflictos bélicos. Una visión panorámica
79. Terrorismo internacional: enfoques y percepciones
80. X Jornadas de Historia Militar. De la Paz de París a Trafalgar (1763-1805). El acontecer bélico y sus protagonistas
81. Opinión pública y Defensa Nacional en Iberoamérica
82. Consecuencias de la guerra de Irak en el Mediterráneo Occidental
83. La seguridad en el Mediterráneo. Coloquio C-4/2004-2005
84. Hacia una política de cooperación en Seguridad y Defensa con Iberoamérica
85. Futuro de la Política Europea de Seguridad y Defensa
86. Una década del Proceso de Barcelona: evolución y futuro
87. El conflicto árabe-israelí: nuevas expectativas
88. Avances en tecnologías de la información y de las comunicaciones para la Seguridad y la Defensa
89. La seguridad en el Mediterráneo. Coloquio C-4/2006
90. La externalización en las Fuerzas Armadas: equilibrio entre el apoyo logístico propio y el externalizado
91. La adhesión de Turquía a la Unión Europea
92. La seguridad en el Mediterráneo: complejidad y multidimensionalidad
93. La situación de seguridad en Irán: repercusión en el escenario regional y en el entorno mundial
94. Tecnología y Fuerzas Armadas
95. Integración de extranjeros en las Fuerzas Armadas españolas
96. El mundo iberoamericano ante los actuales retos estratégicos
97. XI Jornadas de Historia Militar. La enseñanza de la historia militar en las Fuerzas Armadas
98. La energía y su relación con la Seguridad y Defensa
99. Prospectiva de Seguridad y Defensa: viabilidad de una unidad de prospectiva en el CESEDEN

100. Repercusión del actual reto energético en la situación de seguridad mundial
101. La evolución de la Seguridad y Defensa en la Comunidad Iberoamericana
102. El Oriente Próximo tras la crisis de El Líbano
103. Los estudios de posgrado en las Fuerzas Armadas
104. Las fronteras exteriores de la Unión Europea
105. La industria y la tecnología en la Política Europea de Seguridad y Defensa
106. De la milicia concejil al reservista. Una historia de generosidad
107. La Agencia Europea de Defensa: pasado, presente y futuro
108. China en el sistema de seguridad global del siglo XXI
109. Naciones Unidas como principal elemento del multilateralismo del siglo XXI
110. Las relaciones de poder entre las grandes potencias y las organizaciones internacionales
111. Las nuevas guerras y la polemología
112. La violencia del siglo XXI. Nuevas dimensiones de la guerra
113. Influencia de la nueva Rusia en el actual sistema de seguridad
114. La nueva geopolítica de la energía
115. Evolución del concepto de interés nacional
116. Sesenta años de la OTAN ¿Hacia una nueva estrategia?
117. La importancia geoestratégica del África Subsahariana
118. El Mediterráneo: cruce de intereses estratégicos
119. Seguridad Nacional y estrategias energéticas de España y Portugal
120. Las armas NBQ-R como armas de terror
121. El futuro de las relaciones Latinoamérica-Estados Unidos
122. La influencia social del islam en la Unión Europea
123. África ¿nuevo escenario de confrontación?
124. Las nuevas guerras: globalización y sociedad
125. El impacto de la crisis económica en el área de la Seguridad y la Defensa
126. El ciberespacio. Nuevo escenario de confrontación
127. En una sociedad posheroica: la transformación del paradigma militar
128. Los ámbitos no terrestres en la guerra futura: espacio
129. Valores y conflictos. Las claves culturales en el conflicto del siglo XXI
130. Análisis prospectivo de las operaciones de multipolaridad

131. Nuevas guerras. Nuevas paces
132. Valores y conflictos. Aproximación a la crisis
133. Análisis y evaluación de la estabilidad del Magreb
134. África: riesgos y oportunidades en el horizonte de 2035
135. Enfoque integral de la seguridad en el espacio marítimo español
136. El liderazgo en las Fuerzas Armadas del siglo XXI
137. Necesidad de una conciencia nacional de ciberseguridad. La ciberdefensa: un reto prioritario
138. Racionalización de las estructuras de las Fuerzas Armadas. Hacia una organización conjunta
139. África futuro escenario de operaciones militares
140. Capacidades futuras de las Fuerzas Armadas
141. Recursos vitales y recursos energéticos. Implicaciones para la seguridad
- 141-B. Vital resources and energy resources. Repercussions for security
142. Nanociencia, nanotecnología y defensa
143. La piratería emergente en el Golfo de Guinea. Estrategia de la UE para el Golfo de Guinea.
144. África
145. Nuestra frontera más avanzada entre el Sahara Occidental y Senegal
146. La industria de defensa en España tras los consejos europeos de diciembre de 2013 y junio de 2015



SECRETARÍA
GENERAL
TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE PUBLICACIONES
Y PATRIMONIO CULTURAL

ISBN 978-84-9091-137-2



9 788490 911372